robotron

KLINISCHES DOSIMETER robotron M 2300

Teil 1

VEB ROBOTRON-MESSELEKTRONIK
>OTTO SCHÖN< DRESDEN

260234

Technische Beschreibung und Bedienungsanleitung
Teil 1

KLINISCHES DOSIMETER robotron M 2300

VEB ROBOTRON-MESSELEKTRONIK >OTTO SCHÖN< DRESDEN
DDR-8012 Dresden, Lingnerallee 3, Postschließfach 211

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

Teil 1

0.	Einleitung	4
1.	Verwendungszweck	6
2.	Lieferumfang, Ergänzungsgeräte und -teile	7
3.	Technische Daten	8
3.1.	Spezifische Daten	8
3.2.	Allgemeine Daten	14
4.	Wirkungsweise	17
5.	Allgemeine Hinweise für die Inbetriebnahme	20
5.1.	Auspacken und Verpacken	20
5.2.	Vorbereitung zum Betrieb	21
5.3.	Sicherheitsmaßnahmen	21
5.3.1.	Elektrische Sicherheit	21
5.3.2.	Kontrollstrahler	21
5.3.3.	Arbeiten mit ionisierender Strahlung	22
5.3.4.	Arbeiten mit Blei	22
6.	Betriebsanweisung	22
6.1.	Ein- und Ausgabeelemente	22
6.1.1.	Anordnung und Zweck der Betätigungs-, Anzeige- und Anschlußelemente	22
6.1.2.	Standardparameter und -betriebszustände	29
6.1.3.	Funktionshinweise und Parameterfehler	29
6.2.	Kurzfassung zur Vorbereitung und Durchführung der Messungen	31
6.3.	Vorbereitung für die Messungen	34
6.3.1.	Vor dem Einschalten	34
6.3.2.	Einlaufpause	35
6.3.3.	Parameter	36
6.3.4.	Nullabgleich	41
6.3.5.	Kalibrierung	42
6.3.6.	Anschluß eines Schreibers	52
6.3.7.	Digitale Datenausgabe	52
6.3.8.	Verwendung des Verlängerungskabels 77 051	55
6.3.9.	Wahl des Detektors	55
6.4.	Durchführung der Messungen	58
6.4.1.	Messung der Dosisleistung	

6.4.2.	Messung der Dosis	59
6.4.3.	Ermittlung der Meßzeit	59
6.4.4.	Messung des Mittelwertes der Dosisleistung	60
6.4.5.	Maximale und minimale Dosisleistung	60
6.4.6.	Messung des Quotienten	60
6.4.7.	Verwendung der Betriebsart ZYKLUS	61
6.4.8.	Ermittlung und Berücksichtigung einer Untergrundstrahlung	61
7.	Überprüfung des Gerätes	62
7.1.	Allgemeines	62
7.2.	Kontrolle der elektrischen Funktion	62
7.3.	Kontrolle des Meßkanals	66
7.4.	Physikalische Anschlußmessung	68
7.5.	Eichung des Gerätes	69
8.	Mechanischer Aufbau	70
9.	Elektrische Schaltung	70
9.1.	Allgemeines	70
9.2.	SONDE 535 000.7	71
9.3.	Mikrorechner	74
9.4.	ANALOGTEIL 534 995.4 (Baugruppe A5)	76
9.5.	STEUERUNG I 534 989.0 (Baugruppe A8)	80
9.6.	STEUERUNG II 534 985.8 (Baugruppe A4)	80
9.7.	ANZEIGE AN 534 950.3 (Baugruppe A2)	81
9.8.	Tastenfeld TF 534 955.2 (Baugruppe A1)	81
9.9.	NETZWERK 534 942.3 (Baugruppe A6)	81
9.10.	Stromversorgung STV 534 930.2, 534 970.4 und 534 974.5	82
10.	Wartung und Reparaturhinweise	82
10.1.	Wartung	82
10.2.	Reparaturhinweise	83
11.	Lagerungsvorschriften	83
12.	Transport	84

Teil 2

Position der Bauelemente
Schaltteillisten
Stromlaufpläne

0. Einleitung

Diese Technische Beschreibung und Bedienungsanleitung für das Klinische Dosimeter M 2300 besteht aus zwei Teilen (siehe Inhaltsverzeichnis).

Weitere spezielle technische Daten und Anwendungshinweise sind in den nachfolgenden Bedienungsanleitungen der Ergänzungsgeräte enthalten:

- Schlauchkammer	70 107	
- Stielkammer	70 108/70 109	2)
- Kugelkammer	70 110	1), 2)
- Strahlenschuthkammer	70 111	2)
- Weichstrahlkammer	70 127	
- Kontrollstrahler	74 060	2)
- Festkörperphantom	75 220	
- Streifendrucker	G-3287.500	
- Schreiber	20 013	

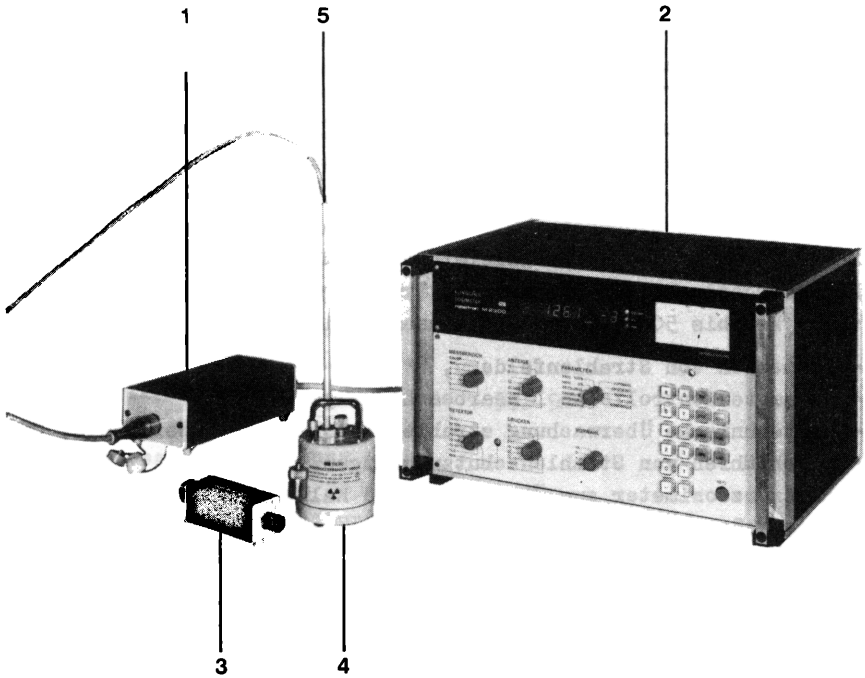
---

1) Im Lieferumfang des Klinischen Dosimeters M 2300.01 enthalten

2) Im Lieferumfang des Klinischen Dosimeters M 2300.02 enthalten

Bild 1
KLINISCHES DOSIMETER M 2300.01
Gesamtübersicht

1	SONDE	535 000.7
2	ANZEIGETEIL	534 888.1
3	KONTROLLEINHEIT	535 070.6
4	KONTROLLSTRAHLER	533 650.7
5	KUGELKAMMER	70 110



M 2300

Bild 1
Рис. 1
Fig. 1

1. Verwendungszweck

Das Klinische Dosimeter robotron M 2300 (Bild 1) ist ein mit einem Mikrorechner robotron K 1520 arbeitendes Strahlungsmeßgerät, das vorzugsweise in der Strahlentherapie, Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin eingesetzt wird. Hier dient es hauptsächlich zur Messung der Dosis und Dosisleistung von Röntgen-, Gamma- sowie hochenergetischer Elektronen-und Bremsstrahlung im Energiebereich von 6 keV bis 50 MeV. Weitere Einsatzgebiete sind:

- Ausmessen von Strahlenfeldern,
- Parameterkontrolle an Linearbeschleunigern,
- meßtechnische Überwachung strahlenbiologischer Experimente,
- Durchführen von Strahlenschutzmessungen,
- Referenzdosimeter zum Überwachen und Kalibrieren anderer Strahlungsmeßgeräte.

Das Klinische Dosimeter wird in zwei Varianten gefertigt:

- ungeeichte Ausführung M 2300.01 (nachträgliche Eichung ist möglich)
- geeichte Ausführung M 2300.02 mit erweitertem Zubehör.

Die geeichte Ausführung ist vorzugsweise für den Einsatz als Referenzdosimeter vorgesehen.
Die besonderen Vorzüge des Dosimeters M 2300 sind:

- gleichzeitige Messung von Dosis, Dosisleistung und Meßzeit
- Ermittlung von Maximal-, Minimal- und Mittelwerten der Dosisleistung
- digitale und analoge Meßwertanzeige
- Anschluß für Meßwertdrucker und -schreiber
- Eingabe von Korrekturfaktoren
- Vorwahleinrichtung für Dosis, Dosisleistung und Meßzeit
- einstellbare Integrationszeitkonstante
- vorbereitet für den Anschluß einer 2-Kanal-HLD-Sonde
- automatischer Nullpunktabgleich sowie automatische Kalibrierung und Untergrundsubtraktion
- Signalisierung von Funktionshinweisen und Parameterfehlern.

Die Kalibrierung erfolgt in der SI-Einheit der Energiedosis Gray (Gy) [1] in Luft.

---

[1] 1 Gy = 29,5 · 10^{-3} C/kg (≙ 114,5 R)

2. Lieferumfang, Ergänzungsgeräte und -teile

2.1. Lieferumfang

- KLINISCHES DOSIMETER M 2300.01
  ZAK-Nr. 138 72 23 100 003185

  bestehend aus:

  1 Anzeigeteil 534 888.1
  1 Sonde 535 000.7
  1 Kontrolleinheit 535 070.6
  1 Kugelkammer 70 110 und
  1 Kontrollstrahler 533 650.7 } 533 901.1
  1 Geräteanschlußleitung
  1 Ersatzteilsatz 534 883.2
  1 Technische Beschreibung und Bedienungsanleitung
  1 Garantieurkunde

- KLINISCHES DOSIMETER M 2300.02
  ZAK-Nr. 138 72 23 100 003193

  bestehend aus:
  wie M 2300.01, jedoch zusätzlich:

  1 Stielkammer 70 108
  1 Strahlenschutzkammer 70 111
  1 Kontrollstrahler 74 060

2.2. Ergänzungsgeräte und -teile

Schlauchkammer 70 107		ZAK-Nr. 138 72 23 100 003214
Stielkammer (gerade) 70 108		ZAK-Nr. 138 72 23 100 003062
Stielkammer (gebogen) 70 109		ZAK-Nr. 138 72 23 100 003222
Kugelkammer 70 110		ZAK-Nr. 138 72 23 100 003046
Strahlenschutzkammer	70 111	ZAK-Nr. 138 72 23 100 003038
Weichstrahlkammer	70 127	ZAK-Nr. 138 72 23 100 003011
Wandverstärkungskappe	für Kammer 70 110	Sach-Nr. 531 616.7
Wandverstärkungskappe für Kammern 70 107, 70 108 und 70 109		Sach-Nr. 531 637.6
Festkörperphantom	75 220	ZAK-Nr. 138 72 90 004 134804
Stativ	75 074	ZAK-Nr. 138 72 90 004 126580
Kontrollstrahler	74 060	ZAK-Nr. 138 72 90 004 134812

Schreiber 20 013 ZAK-Nr. 138 72 58 901 054126
Streifendrucker G-3287.500 ZAK-Nr. 138 39 80 008 287501 [1]
Verlängerungskabel 77 051 ZAK-Nr. 138 72 90 004 126038
Verbindungskabel 77 154 ZAK-Nr. 138 72 90 001 126839
(für Schreiber 20 013 und Steuereingänge)
Verbindungskabel 77 190 ZAK-Nr. 138 72 90 004 134708
(für Steuereingänge)
Verbindungskabel 77 210 ZAK-Nr. 138 72 90 004 134724
(für Streifendrucker)

2 Systemkabel, 39polig, Kabelausführung 1, für Streifendrucker, Z-5060.040 [1]
2 Systemkabel, geschirmt, 1polig, Kabelausführung 1, für Streifendrucker Z-5220.040 [1]

3. Technische Daten

Die technischen Daten für die Ionisationskammern, die Kontrollstrahler und das Festkörperphantom sind der jeweiligen Technischen Beschreibung und Bedienungsanleitung für das betreffende Gerät zu entnehmen.

3.1. Spezifische Daten

3.1.1. Meßbereichsendwerte (Meßbereichsfaktor jeweils 10)

Kammertyp	Dosis [2]	Dosisleistung (MESSBEREICH 1 bis 5)
70 107 70 108 70 109 70 127	999.9 µGy bis 9999 Gy	20 mGy/min bis 200 Gy/min
70 110	99.99 µGy bis 9999 Gy	2 mGy/min bis 20 Gy/min
70 111	99.99 nGy bis 999.9 Gy	2 µGy/min bis 20 mGy/min
Meßzeit [2]	0.9999 min bis 999.9 min	

[1] Hersteller: VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt
[2] Meßbereichsumschaltung erfolgt automatisch

3.1.2. Meßgrenzen (minimal und maximal zulässiger Meßwert) [1]

Kammertyp	Fehlergruppe	Dosis	Dosisleistung
70 107 70 108	I	400 µGy bis 9999 Gy	20 mGy/min bis 10 Gy/min
70 109 70 127	II	100 µGy bis 9999 Gy	2 mGy/min bis 200 Gy/min
70 110	I	40 µGy bis 9999 Gy	2 mGy/min bis 10 Gy/min
	II	10 µGy bis 9999 Gy	0,2 mGy/min bis 20 Gy/min
70 111	I	40 nGy bis 300 Gy	2 µGy/min bis 20 mGy/min
	II	10 nGy bis 300 Gy	0,2 µGy/min bis 20 mGy/min
Meßzeit		0,02 min bis 999,9 min	
Energiebereich		6,8 keV bis 50 MeV [2]	

3.1.3. Meßfehlergrenzen

Grundfehler:

Bei Bestimmung der Dosis und Dosisleistung nach durchgeführter Kalibrierung mit Kontrollstrahler und Abgleich mit Kontrolleinheit bei folgenden Bedingungen: [3]

Dosisleistung 10 %...100 % vom Meßbereichsendwert, Einstrahlung senkrecht zur Kammerachse, Strahlenqualität 200 kV (1 mm Cu + 0,5 mm Al) [4], innerhalb der angegebenen Meßgrenzen.

---

1) Für Fehlergruppen I wird gegenüber II` ein geringerer Grundfehler garantiert.

2) In Abhängigkeit vom Typ der Ionisationskammer und der Verwendung von Wandverstärkungskappe bzw. Festkörperphantom.

3) für Digitalanzeige, nach Kompensation des Untergrundes

4) für 70 127: 30 kV, 0,5 mm Al + 1 mm Be

	Fehler-gruppe	70 107 70 108 70 109 70 127	70 110	70 111
- nach Anschluß an ein Referenznormal (Gerät geeicht)	I	≦ 4 %	≦ 3 %	≦ 3 %
	II	≦ 4,5 %	≦ 3,5 %	≦ 3,5 %
- nach Anschlußmessung beim Anwender unter Verwendung eines geeichten M 2300	I	≦ 5 %	≦ 3 %	≦ 3,5 %
	II	≦ 5 %	≦ 4 %	≦ 4 %
- nach Anschluß an das Betriebsnormal des Herstellers (Gerät ungeeicht) 2)	I	≦ 6,5 %	≦ 3 %	≦ 6 %
	II	≦ 7 %	≦ 4 %	≦ 6,5 %
Grundfehler der Zeitbasis		≦ 0,1 o/oo ±10 ms		

Zusatzfehler:

Reproduzierbarkeit der Meßwertanzeige bei Abgleich mit Kontrollstrahler 1)	≦ 1,2 %	≦ 0,7 %	≦ 0,5 %

Änderung der Meßwertanzeige ohne Kalibrierung:	Digitalanzeige	Analogausgang	µA-Meter
- unter gleichbleibenden Umgebungsbedingungen innerhalb 8 h			
- Meßbereich 2 bis 5	≦ 1,5 %	≦ 150 mV	≦ 4 Skt.
- Meßbereich 1	≦ 4 %	≦ 400 mV	≦ 8 Skt.
- bei Änderung der Umgebungstemperatur um 10 K (nur Elektronikteil)	≦ 2,5 %	≦ 1,5 %	≦ 1,5 %

1) ist im Grundfehler berücksichtigt

2) unter Verwendung der Kugelkammer

Abweichung des Nullpunktes (Meßbereich = NULL):	Digital-anzeige	Analog-ausgang	µA-Meter
- nach Abgleich	≦ 2 digit	≦ 50 mV	≦ 3 Skt.
- bei Änderung der Umgebungs-temperatur um 10 K	≦ 5 digit	≦ 100 mV	≦ 6 Skt.
- bei konstanter Temperatur und nach > 1 h Einlaufzeit innerhalb von 8 h	≦ 5 digit	≦ 100 mV	≦ 6 Skt.

weitere Einflüsse, bedingt durch die verwendeten Detektoren: siehe technische Daten der entsprechenden Detektoren

zeitliche Verzögerung beim Ansprechen der Vorwahl [1]: ≦ 20 ms

Integrationszeitkonstante des Elektrometerverstärkers: ≦ 0,3 s

3.1.4. Anzeige

verwendete SI-Einheit: Gray in Luft

- digital: 4stellig, 7-Segment-Anzeige
- analog (nur Dosisleistung und Quotient): durch µA-Meter

3.1.5. Meßwertausgänge

- digital: nach IMS-1
- analog (nur Dosisleistung und Quotient): 0 bis 10 V ± 0,05 V (R_i = 200 Ω)

3.1.6. Vorwahlausgang

- Signal: nach IMS-1
  - Polarität: positiv
  - Dauer: 10 ms
  - Lastfaktor: 8

[1] bei Dosisleistung ≦ 200 ms

- Kontakt	Umschaltkontakt
Schaltspannung	≤ 42 V Wechselspannung ≤ 65 V Gleichspannung
Schaltstrom	≤ 1 A

3.1.7. Anschluß für Ionisationskammern

Speisespannung	250 V ± 10 V, elektronisch stabilisiert
maximaler Strom	10 µA

3.1.8. Einstellbare Meßwertanzeige

Dosisleistung
Dosis
Meßzeit
Dosisleistung - Mittelwert
Dosisleistung - Maximum
Dosisleistung - Minimum
Quotient
Parameter

3.1.9. Einstellbare Vorwahl

- Dosisleistung	0 bis 200.0 Gy/min [1]
- Dosis	0 bis 9999 Gy [1]
- Meßzeit	0 bis 999.9 min [1]

3.1.10. Einstellbares Druckergebnis

lfd. Nr. und Datum sowie
Dosisleistung DL,
Dosis D,
Meßzeit t,
D + t
DL + D + t
DL + DL MAX + DL MIN,
DL + DL MAX + DL MIN + D + t,
Quotient

---

1) 0 entspricht ∞

3.1.11. Einstellbare Parameter

- Korrekturfaktor KF1	0,700 bis 1,300 [2]
- Untergrund	0 bis ± 999,9 Gy/min
- Zeitkonstante	0,2 bis 99 s
- Druckintervall	0 bis 99,99 min [1]
- Vorwahl	siehe einstellbare Vorwahl
- Analog 100 % [3]	0500 bis 9999
- Analog 0 % [4]	0 bis 5000
- Lfd. Nummer	0 bis 999
- Kalibrierwert	je nach Detektor
- Datum	

3.1.12. Steuerung

- Betriebszustand START	durch Taste, in Betriebsart ZYK automatisch etwa 100 ms nach STOP und extern durch negatives TTL-Signal (t_D >100 µs)
- Betriebszustand STOP	durch Taste, in Betriebsart VWS automatisch beim Erreichen der Vorwahl und extern durch negatives TTL-Signal (t_D >100 µs)
- Druckauslösung	automatisch beim Einstellen der Betriebsart STOP, beim Betätigen der Taste STOP, nach Ablauf des Druckintervalles und extern durch negatives TTL-Signal (t_D >100 µs)
- Rückstellung des Vorwahlrelais	durch Taste VWL oder extern durch negatives TTL-Signal (t_D >100 µs)

---

1) 0 entspricht ∞

2) bei erhöhtem Meßfehler: 0,000 bis 9,999

3) Dosisleistung (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes und Exponenten) für Analogausgangsspannung 10 V

4) Dosisleistung (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes und Exponenten) für Analogausgangsspannung 0 V

3.1.13. Kontrolleinheit

Ausgangsstrom in Stellung	1	0
	2	1,5 pA
	3	15 pA
	4	150 pA
	5	1,5 nA

3.1.14. Kontrollstrahler 533 650.7

Quellentyp	QB
Nuklid	Sr90/Y90
Aktivität	185 MBq
Dosisleistung, gemessen mit	
- 70 110	50 mGy/min bis 100 mGy/min
- 70 107, 70 108, 70 109, 70 127	100 mGy/min bis 250 mGy/min

3.1.15. Kontrollstrahler 74 060

Quellentyp	QA
Nuklid	Sr90/Y90
Aktivität	7,5 MBq
Dosisleistung, gemessen mit 70 111	5 µGy/min bis 20 µGy/min

3.2. Allgemeine Daten

3.2.1. Stromversorgung

- Netzspannung	220 V
- zulässige Abweichung	± 22 V
- Netzfrequenz	49 bis 61 Hz
- Leistungsaufnahme	maximal 80 VA

3.2.2. Sicherheitsforderungen

- Funkentstörgrad nach TGL 20885	F1/12 und F3/12
- Schutzklasse nach TGL 21366	I
- Schutzgrad nach TGL RGW 778	IP 20
- Betriebsart	Dauerbetrieb
- Medizinische Anforderungen nach TGL 200-1703/01	Typ B

3.2.3. Arbeitsbedingungen nach TGL 14283/05

Einsatzgruppe	1

3.2.4. Klimatische Bedingungen nach TGL 14283/08

a) Betriebsbedingungen

- Betriebsdauer	Dauerbetrieb
- Arbeitstemperaturbereich	+5 °C bis +40 °C
- relative Luftfeuchte	maximal 80 %
- Wasserdampfdruck	maximal 2,6 kPa
- Luftdruckbereich	79 kPa bis 126 kPa

b) Lager- und Transportbedingungen

- Kurzzeitlagerung in Transportverpackung	6 Monate
Temperaturbereich	-25 °C bis +55 °C
relative Luftfeuchte	maximal 95 %
Wasserdampfdruck	maximal 2,6 kPa
- Langzeitlagerung	wie Betriebsbedingungen

3.2.5. Mechanische Festigkeit

- mechanische Belastbarkeit nach TGL 14283/09	Einsatzgruppe GI
- Festigkeitsprüfung	FA 500-0,075/1-6 und Eb 6-15-500

3.2.6. Abmessungen

- Anzeigeteil	446 mm x 252,5 mm x 300 mm
- Sonde	100 mm x 70 mm x 180 mm
- Kontrollstrahler 533 650.7	80 mm Ø x 135 mm
- Kontrollstrahler 74 060	50 mm Ø x 85 mm
- Kontrolleinheit	40 mm x 50 mm x 140 mm
- Länge des Sondenkabels	15 m

3.2.7. Masse

- Anzeigeteil		etwa 15 kg
- Sonde		etwa 2 kg
- Kontrollstrahler	533 650.7	etwa 5 kg
- Kontrollstrahler	74 060	etwa 0,2 kg
- Kontrolleinheit		etwa 0,1 kg

3.2.8. Schutzgüte

Schutzgüte ist gewährleistet. Es gibt keine verbleibenden Gefährdungen oder Erschwernisse.

3.3. Interface IMS-1

Das Erzeugnis ist nach Interface IMS-1 ausgeführt (TGL 29248 entsprechend ST RGW 1610-79).

"logisch 0"	0 bis 0,4 V	für Ausgänge
	0 bis 0,8 V	für Eingänge
"logisch 1"	2,4 V bis 5,5 V	für Ausgänge
	2,0 V bis 5,5 V	für Eingänge

Die Aussage liegt für Informationssignale in "logisch 1".
Für Steuersignale ist beiden Zuständen eine Aussage zugeordnet.
Für Befehlssignale liegt die Wirksamkeit im Übergang von "logisch 1" zu "logisch 0" (Bezeichnung: "10").
Die Lastfaktoren sind wie folgt definiert:
Der Ausgangslastfaktor F_a bzw. der Eingangslastfaktor F_e sind Zahlenwerte, die angeben, welche Last an einem Signalausgang maximal angeschlossen werden kann bzw. welche Last der Signaleingang maximal darstellt, ausgedrückt als Vielfaches des Einheitslaststromes.
Der Einheitslaststrom beträgt:

bei "logisch 0" 1,6 mA vom Eingang zum Ausgang fließend
bei "logisch 1" 40 µA vom Ausgang zum Eingang fließend

Die Signaldauer muß mindestens $3\,\tau_i$ betragen. τ_i ist die Integrationszeitkonstante des Steuereinganges.

4. Wirkungsweise

Bild 2 zeigt den Übersichtsschaltplan des Klinischen Dosimeters M 2300. Die zu messende Röntgen-, Gamma- bzw. hochenergetische Elektronen- oder Bremsstrahlung erzeugt in der Ionisationskammer einen Ionisationsstrom, dessen Größe proportional der Dosisleistung ist. Dieser Strom bewirkt über dem Arbeitswiderstand R_A des Elektrometerverstärkers einen Spannungsabfall, der verstärkt und einem Spannungs-Frequenz-Wandler zugeführt wird.
Die Ausgangsimpulse des Spannungs-Frequenz-Wandlers verarbeitet ein zum Mikrorechner gehörender Impulszähler. Die Dosisleistung wird ständig gemessen. Dabei wird jeweils die Impulszahl n_1 pro $\Delta t = 0{,}2$ s ermittelt (im Meßbereich 1: n_1 pro $\Delta t = 2$ s).
Die Impulszahl n_1 wandelt der Mikrorechner in den Meßwert

$$n_2 = n_1 \cdot KF_1 \cdot KF_2 - UG \text{ (Untergrund)}$$

um. Dieser Meßwert entspricht der gemessenen Dosisleistung. Korrekturfaktor KF_1 und Untergrund UG können als Parameter eingegeben werden (siehe Abschnitt 6.3.3.1).
Der Korrekturfaktor KF2 wird beim Kalibrieren automatisch gebildet.

$$KF_2 = \frac{\text{Kalibrierwert KW}}{n_1} \quad (KF_1 = 1{,}000, \quad UG = 0).$$

Die Messung der Dosis erfolgt nur während des Betriebszustandes START. Der Meßwert der Dosis wird durch die Summierung der einzelnen Dosisleistungswerte n_2 ermittelt. Die Zeitbasis für Zeitmessungen liefert der Mikrorechner. Während für DL MAX und DL MIN eine Auswertung der Dosisleistung n_2 erfolgt, wird der Mittelwert der Dosisleistung $\overline{DL}$ durch das Verhältnis Dosis zu Meßzeit gebildet. Entsprechend den Parameterwerten ANALOG 100 % und ANALOG 0 % wird der Meßwert n_2 der Dosisleistung verändert und einem Digital-Analog-Wandler zugeführt. Dieser liefert eine Gleichspannung von 0 bis +10 V, die auf den Analogausgang und ein als Analoganzeige dienendes µA-Meter geführt ist. Je nach den Einstellungen der Schalter ANZEIGE (15) bzw. DRUCKEN (16) werden die ausgewählten Meßwerte angezeigt bzw. ausgedruckt. Beide Einstellungen sind voneinander unabhängig. Die Einstellungen der Schalter MESSBEREICH (18) und DETEKTOR (17) bestimmen die Eingangsempfindlichkeit des Gerätes. Mit dem Schalter MESS-

BEREICH (18) werden die Verstärkung V_E und der Arbeitswiderstand R_A im Elektrometerverstärker umgeschaltet. Die Einstellung des Schalters DETEKTOR (17) bestimmt die Empfindlichkeit E_W des Spannungs-Frequenz-Wandlers.

MESSBEREICH (18)	V_E	R_A	E_W	Δt
KALIBR				
- 70 110	4	10 GΩ	-	0,2 s
- 70 107 bis 70 109, 70 111, 70 127, RES	40	10 GΩ	-	0,2 s
NULL	40	10 kΩ	-	0,2 s
5	4	100 MΩ	-	0,2 s
4	40	100 MΩ	-	0,2 s
3	4	10 GΩ	-	0,2 s
2	40	10 GΩ	-	0,2 s
1	40	10 GΩ	-	2,0 s
DETEKTOR (17)				
70 107	-	-	10 kHz/2,2 V	
70 108	-	-	10 kHz/2,2 V	
70 109	-	-	10 kHz/2,2 V	
70 110	-	-	10 kHz/7,4 V	
70 111	-	-	10 kHz/4,4 V	
70 127	-	-	10 kHz/2,2 V	
RES	-	-	10 kHz/2 bis 8 V einstellbar	

Ein Thermostat gewährleistet für das Eingangsteil des Elektrometerverstärkers eine konstante Umgebungstemperatur von +55 °C und damit einen stabilen Meßwert.
Beim automatischen Nullabgleich sind die Ausgangsimpulse des Spannungs-Frequenz-Wandlers auf einen Vor-/Rückwärts-Zähler geführt, der einen Digital-Analog-Wandler ansteuert. Dessen Ausgangsspannung liegt als Regelspannung am Elektrometerverstärker an. Dabei stellt sich eine Regelspannung ein, die am Spannungs-Frequenz-Wandler eine Impulsfolgefrequenz < 5 Hz und somit auch einen Meßwert von $n_1 \leq 1$ digit gewährleistet.
Diese Einstellung bleibt im Vor-/Rückwärts-Zähler gespeichert.

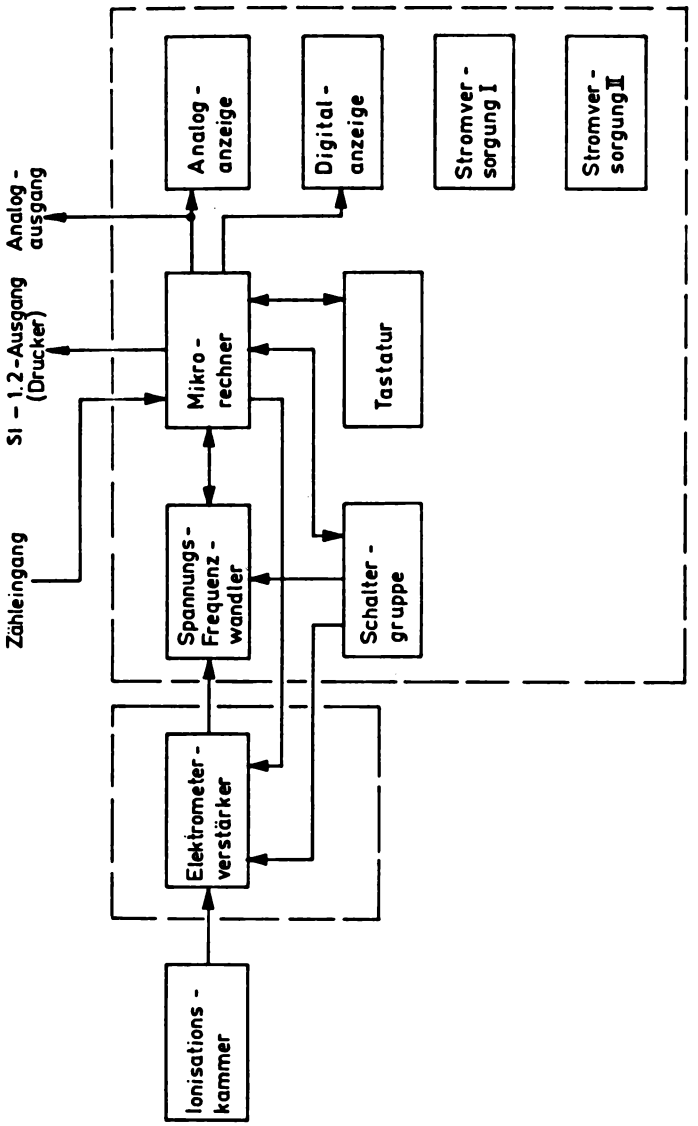


Bild 2 KLINISCHES DOSIMETER M 2300
Übersichtsschaltplan

Das Klinische Dosimeter M 2300 ist für den Anschluß einer 2-Kanal-HLD-Sonde vorbereitet. In dieser ist der Spannungs-Frequenz-Wandler mit enthalten. Die Ausgangsimpulse gelangen über den Zähleingang zum Mikrorechner. Je nach eingestellter Betriebsart ist die Impulsfolgefrequenz entweder der über Kanal 1 gemessenen Dosisleistung oder dem Verhältnis (Quotient) der über Kanal 1 und 2 gemessenen Dosisleistungswerte proportional. Bei den anschließbaren Ionisationskammern liegt die Arbeitsspannung (-250 V) an der Sammelelektrode. Deshalb hat bei Anschluß der Sonde die gesamte analoge Eingangsschaltung -250 V als Bezugspotential. Entsprechende Brücken zwischen den Anschlüssen 2, 3, 4 und Masse im Stecker der Ionisationskammern dienen zum Erkennen des angeschlossenen Detektortyps.

5. Allgemeine Hinweise für die Inbetriebnahme

5.1. Auspacken und Verpacken

- Das Erzeugnis ist in der Lieferverpackung zu lagern und erst dann auszupacken, wenn es zum Einsatz gelangen soll.
- Beim Auspacken sind nach dem Öffnen der Gerätekiste nacheinander folgende Teile herauszunehmen:
  - Stielkammer 70 108 mit Verpackung [1)]
  - Strahlenschutzkammer 70 111 mit Verpackung [1)]
  - Sonde
  - Kontrolleinheit
  - oben und seitlich liegende Schutzwerkstoffe
  - Anzeigeteil
  - Kugelkammer 70 110 mit Verpackung
- Schutzhüllen von Anzeigeteil und Sonde entfernen.
- Kiste der Kontrollstrahler öffnen und Justiereinsatz (43), Kontrollstrahler 74 060 [1)] sowie Kontrollstrahler 533 650.7 herausnehmen.
- Verpackungsmittel aufbewahren.

Beim Verpacken ist in umgekehrter Reihenfolge zu verfahren. Folgende Vorschriften sind bei diesen Arbeiten zu beachten (im Ausland die entsprechenden Vorschriften):

[1)] nur beim M 2300.02

TGL 30535/01+02	Gesundheits- und Arbeitsschutz, Brandschutz. Innerbetrieblicher Transport sowie Umschlag und Lagerung (TUL)
ABAO 741	Arbeiten mit Polystyrol, schaumfähig und Polystyrolschaum

5.2. Vorbereitung zum Betrieb

Beim Aufstellen des Gerätes und beim Zusammenstellen der Geräteteile sind folgende Forderungen unbedingt zu beachten:

- Die Belüftung des Anzeigeteiles muß während des Betriebes gewährleistet sein.
- Es ist nur die dem Anzeigeteil zugeordnete Sonde anzuschließen (gleiche Fabr.-Nr., siehe Typschild).
- Es sind nur die im Prüfschein aufgeführten Detektoren und Kontrollstrahler gemeinsam zu verwenden.
- Bei geeichten Geräten ist auf die richtige Zuordnung Gerät, Kontrollstrahler und Detektor entsprechend Eichschein zu achten.

5.3. Sicherheitsmaßnahmen

5.3.1. Elektrische Sicherheit

Das Gerät wird mit der zum Lieferumfang gehörenden Geräteanschlußleitung an eine Steckdose mit Schutzleiteranschluß angeschlossen.
Bei Messungen an Patienten sind die Schutzerdeanschlüsse entsprechend Bild 4, Position (26), und entsprechend Bild 5, Position (35), zusätzlich fest mit der Schutzerde des Arbeitsraumes zu verbinden.

5.3.2. Kontrollstrahler

Es ist zu beachten, daß

- der Erwerb der Kontrollstrahler dem "Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz" der DDR, 1157 Berlin-Karlshorst,

Waldowallee 117, zu melden ist (gilt nur für die DDR. In anderen Ländern sind die dort gültigen Vorschriften einzuhalten),

- die Unversehrheit der Strahlenquelle durch eigene Prüfungen zu überwachen ist oder solche Prüfungen zu veranlassen sind.

Wenn mit den Kontrollstrahlern, Bild 1, Position (4), bzw. Bild 7, Position (48), nicht gearbeitet wird, ist unbedingt der Verschlußstopfen, Bild 6, Position (39), in den Kontrollstrahler (4) bzw. der Kontrollstrahler (48) in den Behälter (49) zu stecken.

5.3.3. Arbeiten mit ionisierender Strahlung

Beim Umgang mit ionisierender Strahlung sind die Strahlenschutzverordnung der DDR (Gesetzblatt II Nr. 99 S. 627 vom 26.11.69) sowie die 1. Durchführungsbestimmung zur Strahlenschutzverordnung der DDR (Gesetzblatt II Nr. 99 S. 635 vom 26.11.69) zu beachten. Im Ausland sind die dort geltenden Vorschriften zu berücksichtigen.

5.3.4. Arbeiten mit Blei

Nach dem Arbeiten mit Blei (Kontrollstrahler, Bleibausteine, Abschirmbehälter u. ä.) sind unbedingt die Hände zu waschen.

6. Betriebsanweisung

6.1. Ein- und Ausgabeelemente

6.1.1. Anordnung und Zweck der Betätigungs-, Anzeige- und Anschlußelemente, (Bild 3)

Betätigungselemente

Funktiongtasten (10), S1, S2, S15 bis S20

- Nummer NR	Druckergebnis enthält laufende Nummer und Datum
- Zyklus ZYK	zyklischer Betrieb (siehe Abschnitt 8.8) Nach Erreichen des Betriebszustandes STOP stellt sich automatisch wieder der Betriebszustand START ein.

- Vorwahl-STOP	VWS	Beim Ansprechen der Vorwahleinrichtung wird automatisch STOP ausgelöst.
- Speichern	SPE	Speichern der Meßwerte DL bzw. $\overline{DL}$ für Parametereingabe UNTERGR.
- Start	STA	Einstellen des Betriebszustandes START
- Stop	STO	Einstellen des Betriebszustandes STOP
- Vorwahl löschen	VWL	Rückstellung des Vorwahlrelais
- Laden	LAD	Einstellen der Betriebsarten PARAMETEREINGABE, NULL und KALIBRIEREN bzw. Löschen der Anzeige von Funktionshinweisen und Parameterfehlern.

Numerische Tasten (12), S3 bis S14

0 bis 9, ., -,	Eingabe der gewünschten Parameterwerte

Tastenschalter NETZ (11), S7

NETZ	Ein-/Ausschalten des Gerätes

Schalter

- MESSBEREICH (18), S1	Einstellen der Empfindlichkeit des Gerätes entsprechend Abschnitt 3.2 1 ≙ größte Empfindlichkeit KALIBR. = Kalibrieren NULL = Nullabgleich
- DETEKTOR (17), S2	Anpassung der Empfindlichkeit des Gerätes an den angeschlossenen Detektor entsprechend Abschnitt 3.2 RES = für Anschluß von Ionisationskammern, die nicht zum Zubehör bzw. Ergänzungszubehör gehören.
- ANZEIGE (15), S3	Wahl des angezeigten Meßwertes DL = Dosisleistung D = Dosis t = Meßzeit $\overline{DL}$ = Mittelwert der Dosisleistung DL MAX = Maximalwert der Dosisleistung DL MIN = Minimalwert der Dosisleistung QUOT = Quotient PARAM. = Parameter
- DRUCKEN (16), S4	Wahl der auszudruckenden Meßergebnisse. Nach $\overline{DL}$ erfolgt automatisch auch DL MAX und DL MIN.

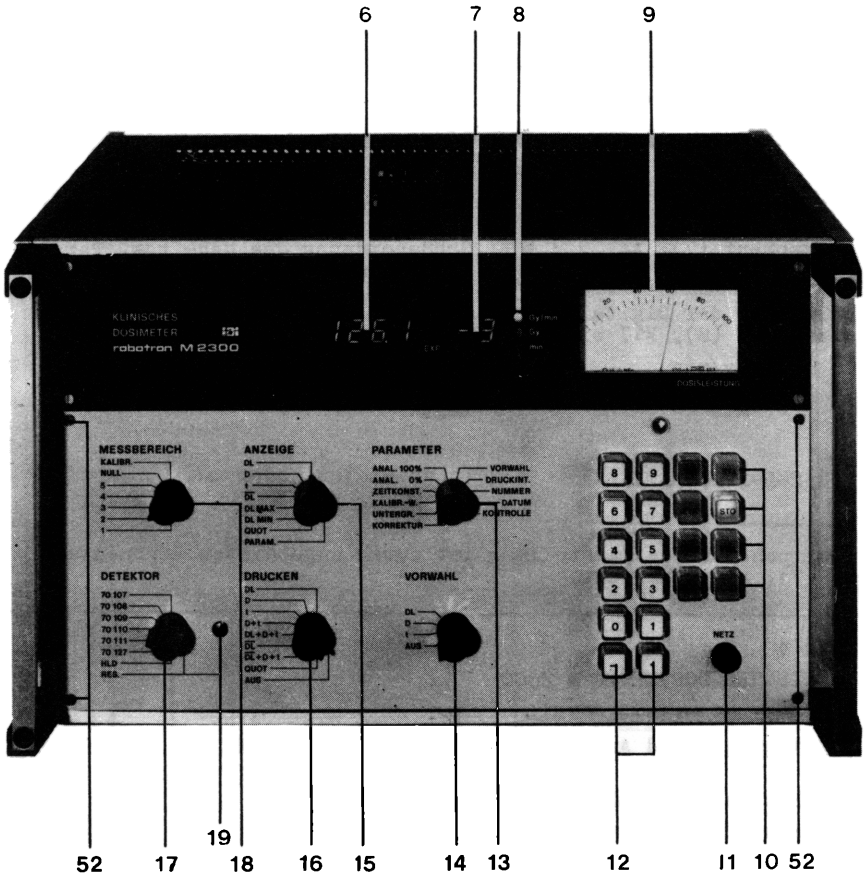
- Parameter (13), S5	Wahl der Parameter KORREKTUR = Korrekturfaktor KF1 UNTERGR. = Untergrund UG KALIBR.-W. = Kalibrierwert KW ZEITKONST. = Zeitkonstante TP ANAL. 0 % = Analogwert 0 % ANAL. 100 % = Analogwert 100 % DRUCKINT. = Druckintervall KONTROLLE = Korrekturfaktor KF2 bzw. Abarbeitung Selbstkontrolle
- Vorwahl (14), S6	Wahl der Vorwahlart

Einsteller

- RES (19), R1	Einstellung der Empfindlichkeit E_W des Spannungs-Frequenz-Wandlers in Stellung RES des Schalters DETEKTOR (17)
- KALIBRIERUNG (20) R1 bis R3	Einstellung der Empfindlichkeit für die Meßbereiche 2, 4 und 5.

Bild 3
KLINISCHES DOSIMETER M 2300
Vorderansicht - ANZEIGETEIL
Betätigungs- und Anzeigeelemente

6 Digitalanzeige - Mantisse A1 bis A3
7 Digitalanzeige - Exponent A4
8 Einheit der Digitalanzeige V17 bis V19
9 Analoganzeige P1
10 Funktionstasten S1, S2, S15 bis S20
11 Tastenschalter NETZ S7
12 Numerische Tasten S3 bis S14
13 Schalter PARAMETER S5
14 Schalter VORWAHL S6
15 Schalter ANZEIGE S3
16 Schalter DRUCKEN S4
17 Schalter DETEKTOR S2
18 Schalter MESSBEREICH S1
19 Einsteller RES R1
52 Frontplattenschraube



M 2300

Bild 3
Рис.3
Fig. 3

Anzeigeelemente

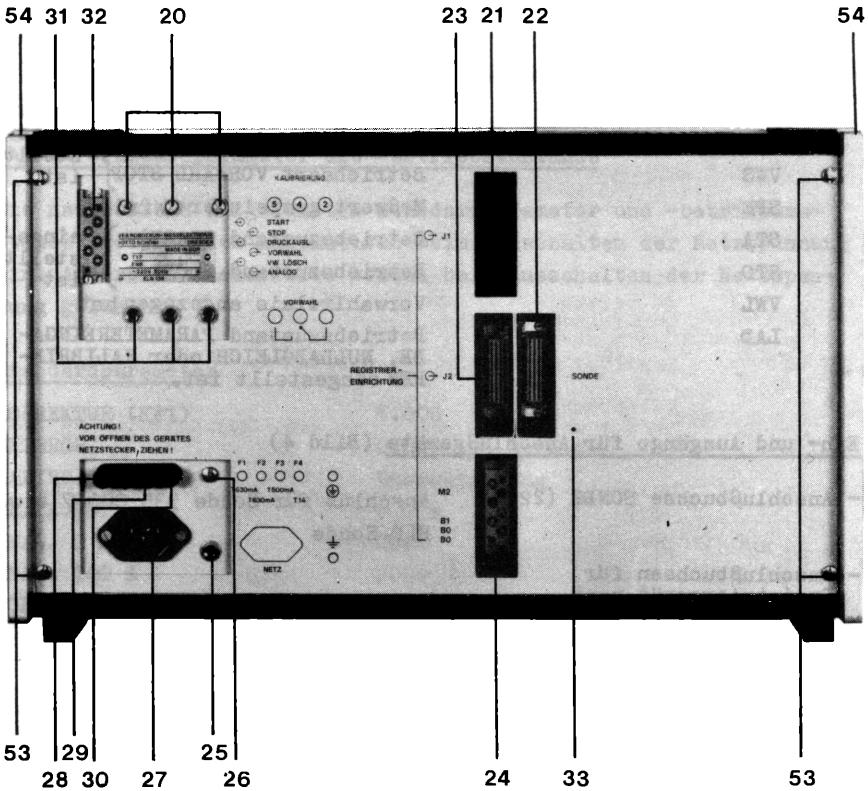
Digitale Anzeige

- Zahlendarstellung	als natürliche Zahlen oder in exponentieller Darstellung [1]
- Mantisse (6), A1 bis A3	4stelliger Meß- bzw. Parameterwert
- Exponent (7), A4	Größenordnung des Meß- bzw. Parameterwertes
- Einheit der Digitalanzeige (8), V17 bis V19	
Gy/min	Dosisleistung
Gy	Dosis
min	Zeit
Analoganzeige (9), P1	Dosisleistung oder Quotient

1) Exponentielle Darstellung ist durch angezeigten Exponenten (7), A4, erkennbar.

Bild 4
KLINISCHES DOSIMETER M 2300
Rückansicht - ANZEIGETEIL
Betätigungs- und Anschlußelemente

20 Einsteller KALIBRIERUNG R1 bis R3
21 Anschlußbuchse J1 nach IMS-1, A4-X4
22 Anschlußbuchse SONDE, A5-X3
23 Anschlußbuchse J2 nach IMS-1, A4-X3
24 Anschlußbuchse nach IMS1, A4-X5
25 Anschluß Masse, A12-X2
26 Anschluß SCHUTZERDE, A12-X3
27 Netzstecker, X1
28 Sicherung für Netzspannung
29 Sicherung für Speisespannung 24 P3
30 Sicherung für Speisespannung 24 P2
31 Ausgangsbuchsen VORWAHLRELAIS A12-X5 bis X7
32 Steuereingänge/Signalausgänge A12-X4
33 Markierung
53 Schraube
54 Profilschiene



M 2300

Bild 4
Рис. 4
Fig. 4

Funktionstasten (10), S1, S2, S15 bis S20 leuchtend, wenn:

NR	Nummer und Datum gedruckt werden	
ZYK	Betriebsart ZYKLUS	eingestellt ist
VWS	Betriebsart VORWAHL STOP	eingestellt ist
SPE	Meßwert gespeichert wird	
STA	Betriebszustand START	eingestellt ist
STO	Betriebszustand STOP	eingestellt ist
VWL	Vorwahlrelais angezogen hat	
LAD	Betriebszustand PARAMETEREINGABE, NULLABGLEICH oder KALIBRIEREN eingestellt ist.	

Ein- und Ausgänge für Anschlußgeräte (Bild 4)

- Anschlußbuchse SONDE (22) — Anschluß für Sonde 535 000.7 bzw. HLD-Sonde

- Anschlußbuchsen für Registriergerät nach IMS-1 — entsprechen Standard-Interface IMS-1

Buchse (24)	Steuersignale
B0	(B0) = 0, zentrales Rücksetzsignal [1]
B1	(B1) = 10, signalisiert das Ende des Registriervorganges
M2	(M2) = 0, Auslösung des Registriervorganges
Anschlußbuchse J1 (21)	Informationssignale
Anschlußbuchse J2 (23)	Informationssignale

- Steuereingänge/Signalausgänge (32)

START	10 = Einstellung des Betriebszustandes START
STOP	10 = Einstellung des Betriebszustandes STOP
DRUCKAUSL	10 = Auslösung des Druckvorganges
VORWAHL	Vorwahlausgang (Impuls)
VW LÖSCH	10 = Rückstellung des Vorwahlrelais
ANALOG	Analogausgang (0 bis 10 V)

[1] wird nur in Sonderfällen benötigt

- VORWAHL (31) Umschaltkontakte des Vorwahlrelais

6.1.2. Standardparameter und -betriebszustände

Die nachstehend aufgeführten Standardparameter und -betriebszustände stellen sich automatisch beim Einschalten der Netzspannung ein. Andere Parameterwerte werden beim Ausschalten der Netzspannung gelöscht.

Standardparameter

KORREKTUR (KF1)	1.000
UNTERGR.	0.000 -6 Gy/min
KALIBR.-W.	Dunkeltastung
ZEITKONST.	0,2 s
ANAL. 0 %	0000
ANAL. 100 %	2000
VORWAHL	
DL	0.000 -6 Gy/min $\hat{=}$ ∞
D	0.000 -6 Gy $\hat{=}$ ∞
t	0.000 0 min $\hat{=}$ ∞
DRUCKINT.	00.00 min $\hat{=}$ ∞
NUMMER	000
DATUM	Dunkeltastung
KORREKTURFAKTOR KF2	1.000

Standardbetriebszustand

STOP
ZYKLUS = AUS
SPEICHERN = kein Meßwert gespeichert
Vorwahlrelais = abgefallen (VWL = AUS)

6.1.3. Funktionshinweise und Parameterfehler

Die Anzeige der Funktionshinweise FH bzw. Parameterfehler PF erfolgt kurzzeitig im Abstand von etwa 4 s an Stelle des Meß- bzw. Parameterwertes.
Es wird jeweils nur der Funktionshinweis FH bzw. Parameterfehler PF mit der höchsten Priorität angezeigt. Die Reihenfolge der

Prioritäten entspricht der nachfolgenden Aufstellung (FH P = höchste Priorität).

In Stellung PARAM des Schalters ANZEIGE (15) werden nur die Parameterfehler angezeigt.

Die Anzeige der mit x) gekennzeichneten Funktionshinweise läßt sich mit der Taste LAD nicht löschen.

FH P	Fehler im Programmablauf (Programmabsturz). Es werden die Standardparameter eingeschrieben. Gerät in Servicewerkstatt kontrollieren lassen.
FH 10 x)	Schalter DETEKTOR (17) falsch eingestellt.
FH 30	Kalibrierung nicht richtig. (KF2 nicht 0.500 bis 1.500 bzw. Dauer der Kalibrierung > 40 s)
FH 22	Nullabgleich nicht richtig (Dauer des Nullabgleiches > 20 s)
FH 21 x)	Nullabgleich durchführen
FH 90	Datum bzw. Kalibrierwert für Kalibrierung eingeben.
FH 31	Kalibrierung durchführen. Kalibrierwert bzw. Eichwert ist gespeichert. Vor der Kalibrierung Datum eingeben.
FH 32	Kalibrierung durchführen. Vor der Kalibrierung Kalibrierwert eingeben.
FH 40 x)	Betriebsart nicht zulässig bzw. nicht realisierbar.
FH 50	Elektrometerverstärker stark übersteuert. Überlastungsschutz wurde ausgelöst.
FH 51	Elektrometerverstärker übersteuert. Erhöhter Meßfehler.
FH 52	Dosisleistung für Detektor zu groß. Erhöhter Meßfehler durch Sättigungsdefizit.
FH 53	Dosisleistung zu groß. Meßwert (6) > 9999
FH 60	Dosis zu groß. Meßwert (6) > 9999
FH 70	Meßzeit zu groß. Meßwert > 999.9 min
FH 80	Druckauslösung kann nicht erfolgen, da von Registriereinrichtung Rückmeldung fehlt (Eingang B1 auf H).

□ Hinweis, daß die für den Meßwert angegebenen Fehler u. U. nicht eingehalten werden. Das Zeichen □ wird angezeigt, wenn

- Schalter DETEKTOR (17) in Stellung HLD oder RES. steht,
- der Parameter KORREKTUR oder KALIBR.-W. außerhalb der zulässigen Grenzen liegt,
- Eich- oder Kalibrierwert gespeichert und trotzdem mit Parameter KALIBR.-W. kalibriert wurde,
- die Funktionshinweise FH 30 bis FH 32 und FH 50 bis FH 70 auftreten und mittels Taste LAD gelöscht werden.

Parameterfehler

PF 11[1]	KORREKTUR (KF1) < 0.700
PF 12[1]	KORREKTUR (KF1) > 1.500
PF 20	UNTERGRUND > Meßbereichsendwert der DL
PF 41[1]	VORWAHL DL > 9999 (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes)
PF 42	VORWAHL D zu groß (abhängig vom Meßbereich)
PF 43	VORWAHL t > 999.9 min
PF 51[1]	ANALOG 100 % < 0500
PF 52[1]	ANALOG 0 % > 5000
PF 53[1]	ANALOG 100 % - ANALOG 0 % < 0100
PF 61[1]	KALIBRIERWERT zu klein
PF 62[1]	KALIBRIERWERT zu groß
PF 71	DATUM < Eichdatum
PF 72	DATUM falsch (Tag)
PF 73	DATUM falsch (Monat)
PF 74	DATUM falsch (Jahr)

6.2. Kurzfassung zur Vorbereitung und Durchführung der Messungen

Diese Kurzfassung gibt in gedrängter Form eine allgemeine Übersicht über die wichtigsten erforderlichen Arbeiten zur Vorbereitung und Durchführung der Messungen. Ausführliche Hinweise sind den unmittelbar folgenden speziellen Abschnitten zu entnehmen.

---

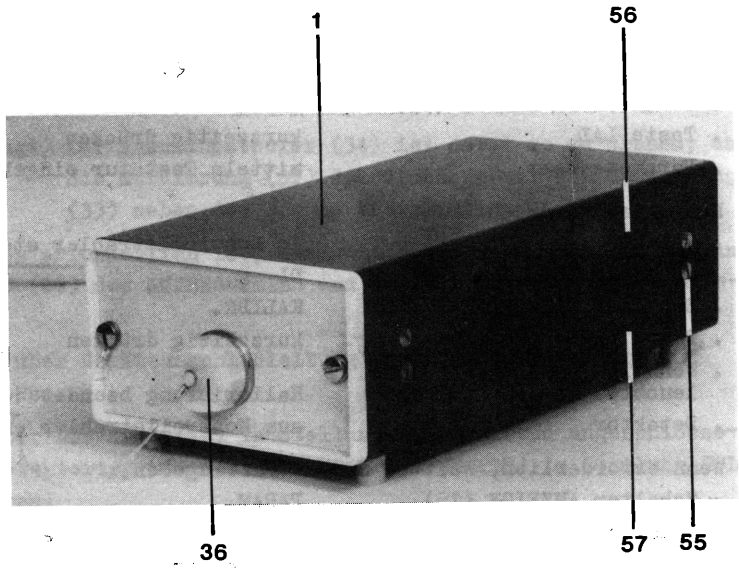
1) Parameterwerte außerhalb der angegebenen Grenzen sind zulässig, jedoch werden dabei u. U. die garantierten Meßfehler überschritten.

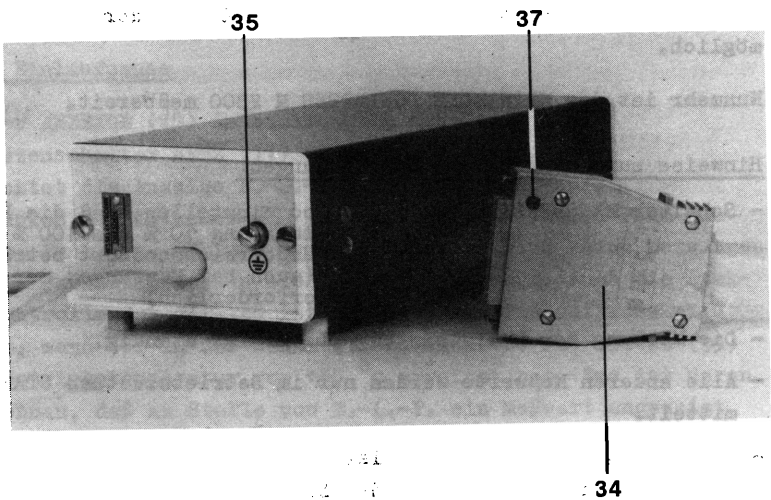
Vorbereitung der Messung:

- SONDE (1) an ANZEIGETEIL (2) anschließen.
- ANZEIGETEIL (2) über Geräteanschlußleitung an 220 V Netzspannung anschließen.
- Geeigneten Detektor auswählen und an Anschlußbuchse (36) der SONDE (1), siehe Bild 5, anschließen.
- ANZEIGETEIL (2) wie folgt einstellen:
  - Schalter DETEKTOR (17) — entsprechend dem angeschlossenen Detektor
  - Schalter MESSBEREICH (18) — NULL
  - SCHALTER ANZEIGE (15) — DL
  - Tastenschalter NETZ (11) — EIN
- Für die Dauer der Einlaufpause erscheint die Anzeige E.-L.-P. Die Einlaufpause ist beendet, wenn statt E.-L.-P. ein Meßwert angezeigt wird.
- Nullabgleich durchführen (nach Beendigung von E.-L.-P.).
  - Taste LAD kurzzeitig drücken.
  - Wenn Taste LAD nicht mehr leuchtet, ist Nullabgleich beendet.
- Wenn Gerät geeicht (Anzeige FH 31), aktuelles Datum, sonst (Anzeige FH 32) Kalibrierwert entsprechend Zertifikat und unter Berücksichtigung der Halbwertzeit des Kontrollstrahlers als Parameter eingeben.

Bild 5
KLINISCHES DOSIMETER
SONDE 535 000.7
Vorder- und Rückansicht

1 SONDE 535 000.7
34 Anschlußstecker
35 Anschluß SCHUTZERDE
36 Anschlußbuchse für Ionisationskammer
37 Markierung
55 Schraube
56 obere Halbschale
57 untere Halbschale





M 2300

Bild 5
Рис.5
Fig. 5

- . Schalter ANZEIGE (15) PARAM.
- . Schalter PARAMETER (13) DATUM bzw. KALIBR.-W.
- . Taste LAD kurzzeitig drücken
- . Parameterwert mittels Tastatur eingeben

- Kalibrierung durchführen
  - . Detektor in Kontrollstrahler stecken
  - . Schalter ANZEIGE (15) DL
  - . Schalter MESSBEREICH (18) KALIBR.
  - . Taste LAD kurzzeitig drücken
  - . Wenn Taste LAD nicht mehr leuchtet Kalibrierung beendet
  - . Detektor aus Kontrollstrahler entfernen
- Wenn erforderlich, weitere Parameter eingeben
  - . Schalter ANZEIGE (15) PARAM.
  - . Schalter PARAMETER (13) auf einzugebenden Parameter
  - . Taste LAD (10) kurzzeitig drücken
  - . Parameterwert mittels Tastatur eingeben

Hinweis: Die Parametereingabe ist auch während der Einlaufpause möglich.

Nunmehr ist das KLINISCHE DOSIMETER M 2300 meßbereit.

Hinweise zur Durchführung der Messungen:

- Schalter MESSBEREICH (18) so einstellen, daß die Dosisleistung 10 % bis 100 % vom Meßbereichsendwert beträgt (auch bei Messungen der Dosis erforderlich)
- Die Messung der Dosisleistung DL erfolgt ständig.
- Alle anderen Meßwerte werden nur im Betriebszustand START ermittelt.
- Die Messung des Quotienten ist nur bei Verwendung einer HLD-Sonde und in Stellung QUOT des Schalters ANZEIGE (15) möglich.

6.3. Vorbereitung für die Messungen

6.3.1. Vor dem Einschalten

- Der Tastenschalter NETZ (11) darf noch nicht eingeschaltet sein.

- SONDE (1) an ANZEIGETEIL (2) anschließen, indem der Anschlußstecker (34) in die Anschlußbuchse (22) gesteckt wird.

  Achtung! Der Anschlußstecker (34) ist dabei so zu drehen, daß die Markierung (37) des Steckers mit der Markierung (33) neben der Buchse übereinstimmt.

- Wenn es erforderlich ist, zusätzlich die Schutzerde an den Anschluß (26) des ANZEIGETEILS und den der Sonde (35) anschließen.

- Gerät über Geräteanschlußleitung an 220 V Netzspannung anschließen.

- Schalter DETEKTOR (17) in Stellung entsprechend angeschlossenem Detektortyp und Schalter MESSBEREICH (18) in Stellung NULL schalten.

- Detektor an Anschlußbuchse (36) der SONDE (1) anschließen.

- Schalter DETEKTOR (17) und Schalter MESSBEREICH (18) mehrmals durchschalten.

6.3.2. Einlaufpause

Schalter ANZEIGE (15) in Stellung DL schalten.
Mit Tastenschalter NETZ (11) Gerät einschalten.
Es leuchtet die Anzeige E.-L.-P. (Einlaufpause) auf.
Das Blinken des Zeichens □ signalisiert in diesem Fall die richtige Funktion. Während der Einlaufpause sind keine Messungen möglich. Parameter lassen sich bereits eingeben. Auch die Funktionskontrolle des Gerätes ist möglich. Die Einlaufpause wird beendet, wenn der in der SONDE (1) befindliche Thermostat (95) seine Betriebstemperatur von +55 °C erreicht hat. Das ist daran zu erkennen, daß an Stelle von E.-L.-P. ein Meßwert angezeigt wird (Schalter ANZEIGE (15) dabei nicht in Stellung PARAM.).
Die Dauer der Einlaufpause beträgt je nach Umgebungstemperatur 3 Minuten bis 25 Minuten.
Die Einlaufpause verlängert sich um die Zeit, die für die Parametereingabe benötigt wird (solange die Funktionstaste LAD leuchtet).
Nach Beendigung der Einlaufpause sind vor Beginn der Messungen noch folgende Arbeitsgänge notwendig:

- Parameterwerte eingeben (falls noch nicht durchgeführt),
- Nullabgleich durchführen,
- Gerät kalibrieren.

6.3.3. Parameter

6.3.3.1. Parametereingabe

- Schalter ANZEIGE (15) in Stellung PARAM. schalten und mit Schalter PARAMETER (13) gewünschten Parameter auswählen.
- Taste LAD kurzzeitig drücken.
  Taste LAD muß leuchten. Es werden abwechselnd die beiden Grenzwerte des Parameters angezeigt (außer DATUM).

  Achtung! Parametereingabe ist nur im Betriebszustand STOP möglich.

- Parameterwert eingeben.
  Beispiel: UNTERGR. = - 10.53 µGy/min.
  - Schalter ANZEIGE (15) = PARAMETER
  - Schalter PARAMETER (13) = UNTERGRUND
  - Anzeige = bisheriger Parameter
  - Funktionstaste LAD (10) = kurzzeitig drücken
  - Anzeige = -999.90 und 999.90 abwechselnd

Numerische Tasten (12) (kurzzeitig gedrückt)	Parameteranzeige
	Grenzwerte
"-"	- ! ! ! ! ! !
"1"	- 1 ! ! ! ! !
"0"	- 1 0 ! ! ! !
"."	- 1 0.! ! ! !
"5"	- 1 0.5 ! ! !
"3"	- 1 0.5 3 ! !
"-"	- 1 0.5 3 - !
"6"	- 1 0.5 3 - 6

Nach Eingabe der letzten Ziffer verlischt die Taste LAD, und der neue Parameterwert ist wirksam.
Bei der Parametereingabe ist folgendes zu beachten:

- Positive Vorzeichen werden nicht eingegeben und angezeigt (Dunkeltastung ≙ "+"). Bei positivem Exponenten wird an Stelle

des Vorzeichens sofort der Exponent eingegeben.

- Der Exponent ist immer -9, -6, -3 oder 0.
  Wird ein anderer Exponent eingegeben, so wird dieser automatisch durch Verschiebung des Dezimalpunktes korrigiert.
- Ist die Lage des Dezimalpunktes oder die Größe des Exponenten fest vorgegeben, so werden diese nach Eingabe der 1. Ziffer bereits mit angezeigt.
- Eine Parametereingabe läßt sich vorzeitig unterbrechen (z. B. bei falsch eingegebener Ziffer), indem der Schalter PARAMETER (13) oder ANZEIGE (15) kurzzeitig umgeschaltet wird. Danach ist die gesamte Eingabe zu wiederholen.
- Wird eine Parametereingabe vorzeitig, z. B. durch Verdrehen der Schalter ANZEIGE (15) oder PARAMETER (13), beendet, ist der vorherige Parameterwert weiterhin wirksam.
- Bei Verwendung von Parameterwerten außerhalb der beiden Grenzwerte ist bei bestimmten Parametern (siehe Abschnitt 6.1.3) das Löschen des angezeigten Parameterfehlers durch kurzzeitiges Drücken der Taste LAD möglich.
  Dabei darf der Schalter ANZEIGE (15) nicht in Stellung PARAM. und Schalter MESSBEREICH (18) nicht in Stellung KALIBR. oder NULL stehen.

6.3.3.2. Bedeutung der Parameter

6.3.3.2.1. KORREKTUR/UNTERGR

Der angezeigte Meßwert n_2 der Dosisleistung ist

$$n_2 = n_1 \cdot KF_1 \cdot KF_2 - UG$$

(siehe auch Abschnitt 4).
Der Korrekturfaktor KF_1 entspricht dem Parameter KORREKTUR.
UG ist der Parameter UNTERGR. Mit diesen beiden Parametern ist somit eine Korrektur des angezeigten Meßwertes möglich. Durch entsprechende Wahl des Parameterwertes KORREKTUR kann z. B. die Meßwertanzeige auch in "Gray in Wasser" bzw. "Gray in Gewebe" erfolgen. Weiterhin lassen sich Empfindlichkeitsänderungen der Detektoren bei hohen oder sehr niedrigen Energien berücksichtigen. Mit dem Parameter UNTERGR. ist zur Erhöhung der Meßgenauigkeit eine vorhandene Umgebungsstrahlung kompensierbar. Auch las-

sen sich die absoluten Abweichungen von einem vorgegebenen Sollwert (Sollwert = UNTERGR.) gut ablesen. Da die Dosis aus der Summe der Dosisleistungswerte gebildet wird, beeinflussen beide Parameter den angezeigten Meßwert der Dosis in gleicher Weise.

6.3.3.2.2. KALIBR.-W.

Der Kalibrierwert KW wird als Sollwert für die Kalibrierung benötigt.
Ist dieser im Gerät als Eich- oder Kalibrierwert fest gespeichert (FH 31), ist eine Parametereingabe nicht erforderlich. Der entsprechend der Halbwertszeit des Kontrollstrahlers korrigierte Wert ist jedoch nach der Kalibrierung des Gerätes als KALIBR.-W. ablesbar. Ist er nicht gespeichert (FH 32), so ist dieser aus den Angaben des Prüfscheines und unter Berücksichtigung der Halbwertzeit (siehe Abschnitt 6.3.5.2) des Kontrollstrahlers zu berechnen und als Parameterwert einzugeben.

6.3.3.2.3. ZEITKONST.

Das Zeitverhalten des angezeigten Meßwertes der Dosisleistung wird durch 3 verschiedene Zeitglieder bestimmt:

- Die Integrationszeitkonstante T_i des Elektrometerverstärkers beträgt je nach Meßbereich 0,1 s bis 0,3 s.
- Die Integrationszeit Δt für die Ermittlung der der Dosisleistung proportionalen Impulszahl n1 (siehe Abschnitt 4).
  Sie beträgt 2 s im Meßbereich 1, in allen anderen Meßbereichen 0,2 s.
- Die Zeitkonstante T_P ist als Parameter ZEITKONST. in Stufen von 0,2 s bzw. 2 s (MESSBEREICH 1) einstellbar.
  Wird diese Stufigkeit bei der Parametereingabe nicht berücksichtigt, erfolgt automatisch eine Korrektur.
  Der zum Zeitpunkt t_i angezeigte Wert DL der Dosisleistung ist

$$DL_i = \frac{Y_i}{F}$$

mit $Y_i = n_2 + Y_{i-1} - DL_{i-1}$ und $F = \frac{T_P}{t}$

n_2 = Meßwert der Dosisleistung (siehe Abschnitt 4)
Y_i = Summe der Meßwerte.

Beispiel: Meßwert der Dosisleistung springt zum Zeitpunkt t_o von 0000 auf 0100, T_P = 1,0 s, t = 0,2 s.
MESSBEREICH = 4

$$F = \frac{1{,}0\ s}{0{,}2\ s} = 5$$

i = 1 (nach 0,2 s) Y_1 = 100 + 0 - 0 = 100 DL1 = 20
i = 2 (nach 0,4 s) Y_2 = 100 + 100 - 20 = 180 DL2 = 36
⋮
1 = Y = 100 + 500 - 100 = 500 DL = 100

Eine größere Zeitkonstante T_P ist besonders bei stärkeren statistischen Meßwertschwankungen von Vorteil.

Die Zeitkonstante T_P wirkt nicht auf den Meßwert der Dosis.

6.3.3.2.4. ANAL. 100 %/ANAL. 0 %

Die Analoganzeige (9) wird vom Meßwert n2 der Dosisleistung und den Parametern ANAL. 100 % und ANAL. 0 % bestimmt.
Dabei ist n_2 der Zahlenwert der Mantisse (ohne Dezimalpunkt).
Es ist

$$\text{Anzeige in Skt.} = \frac{n_2 - \text{ANAL. 0 \%}}{\text{ANAL. 100 \%} - \text{ANAL. 0 \%}} \cdot 100\ \text{Skt.}$$

Beispiel: Angezeigte Dosisleistung DL = 10.00 -3 Gy/min
ANAL. 100 % = 1500
ANAL. 0 % = 0800

$$\text{Anzeige} = \frac{1000 - 800}{1500 - 800}\ 100\ \text{Skt.} = 28{,}6\ \text{Skt.}$$

Die Spannung U_A am Signalausgang ⊖ ANALOG (32) wird in gleicher Weise beeinflußt, da

$$U_A = 10\ V\ \frac{\text{Anzeige in Skt}}{100\ \text{Skt}} \quad \text{ist.}$$

Durch die Wahl entsprechender Parameterwerte läßt sich z. B. eine Nullpunktunterdrückung sowie die Dehnung eines bestimmten Teils des Meßbereiches durchführen.

6.3.3.2.5. VORWAHL

Entsprechend der Einstellung des Schalters VORWAHL (14) lassen sich durch den Parameter VORWAHL Grenzwerte für die Dosisleistung, Dosis und Meßzeit einstellen. Beim Erreichen des eingestellten Grenzwertes liefert das Gerät über den Signalausgang ⊖ VORWAHL (32) einen positiven Impuls, und das Vorwahlrelais zieht an.
Ein erneuter Impuls wird dann erzeugt, wenn entweder nach Unterschreitung des Grenzwertes dieser wieder erreicht wird oder wenn der Schalter VORWAHL (14) betätigt wurde.
Das Vorwahlrelais bleibt angezogen, bis eine Rückstellung durch Betätigen der Funktionstaste VWL (10) oder durch ein externes Signal am Steuereingang ⊖ VW-LÖSCH (32) erfolgt. Solange das Vorwahlrelais angezogen ist, wird dies durch Leuchten der Funktionstaste VWL (10) signalisiert. Mit Hilfe des Vorwahlrelais lassen sich beispielsweise Bestrahlungseinrichtungen beim Erreichen einer bestimmten Dosis abschalten. Wenn die Funktionstaste VWS (10) gedrückt ist, bewirkt der Vorwahlimpuls ein Schalten in den Betriebszustand STOP. Parameterwert 0000 entspricht ∞ .

6.3.3.2.6. DRUCKINT.

Mit dem Parameter DRUCKINT. läßt sich ein Zeitabstand einstellen, in dem automatisch und wiederholt die Druckauslösung erfolgt.
Der Parameterwert 00.00 entspricht ∞ .
Nur bei diesem Parameterwert ist eine Druckauslösung durch Betätigen der Funktionstaste STOP (10), durch Schalten in den Betriebszustand STOP oder durch ein externes Signal am Steuereingang DRUCKAUSL. (32) möglich.

6.3.3.2.7. NUMMER

Der Parameter NUMMER bestimmt die erste Zahl, wenn eine laufende Nummer mit gedruckt werden soll.
Nach jedem gedruckten Block erhöht sich der Parameterwert automatisch um 1.

6.3.3.2.8. DATUM

Das aktuelle Datum ist als Parameterwert in der Reihenfolge Tag, Monat, Jahr einzugeben.
Der Parameter DATUM wird für die Kalibrierung der Geräte benötigt, bei denen der Kalibrierwert gespeichert ist.
Bei gedrückter Funktionstaste NR (10) wird zusätzlich zu den Meßwerten auch das Datum gedruckt.

6.3.3.2.9. KONTROLLE

Bei dieser Einstellung ist keine Parametereingabe vorgesehen.
In Stellung KONTROLLE wird der Korrekturfaktor KF2 angezeigt (siehe Punkt 4).
Nach Drücken der Funktionstaste LAD (10) erfolgt die Funktionskontrolle des Gerätes.

6.3.4. Nullabgleich

Der Nullabgleich ist nach Beendigung der Einlaufpause durchzuführen. Um einen stabilen Nullpunkt zu erreichen, wird empfohlen, entweder vor Durchführung des Nullabgleiches eine zusätzliche Einlaufzeit von > 15 min abzuwarten oder den Meßwert in Stellung NULL des Schalters MESSBEREICH (18) so lange zu kontrollieren, bis die Änderung ≦ 1 digit pro 5 min ist.

Kontrolle des richtigen Nullabgleiches:

- Einstellungen:

Schalter MESSBEREICH (18)	NULL
Schalter DETEKTOR (17)	entsprechend dem angeschlossenen Detektor
Schalter ANZEIGE (15)	DL
Betriebszustand	STOP

- Sollwert Digitalanzeige (6) -0002 bis 0002 (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes)

Bei Sollwertüberschreitung Nullabgleich durchführen.

Nullabgleich:

- Einstellungen wie bei Kontrolle des Nullabgleiches

Funktionstaste LAD (10) kurzzeitig drücken	LAD muß leuchten

Der Nullabgleich ist beendet, wenn LAD nicht mehr leuchtet.

- Sollwert Digitalanzeige (6) = -0001 bis 0001.
  Die Dauer des Nullabgleiches beträgt 1 s bis 20 s.

6.3.5. Kalibrierung

6.3.5.1. Allgemeines

Die Empfindlichkeit der Detektoren wird durch Luftdruck (Ionisationskammern) und Temperatur beeinflußt. Bei der Kalibrierung des Gerätes in Verbindung mit dem jeweiligen Detektor und dem zugehörigen Kontrollstrahler werden jedoch die durch Luftdruck, Temperatur und Alterung bzw. Wechsel des Detektors entstehenden Empfindlichkeitsänderungen sowohl der Detektoren als auch des Gerätes korrigiert. Die Kalibrierung des Gerätes ist deshalb grundsätzlich erforderlich:

- nach jedem Einschalten des Gerätes,
- bei Wechsel des Detektors, wenn für diesen Detektor noch keine Kalibrierung erfolgte,
- nach längeren Betriebszeiten (>8 h)
- nach veränderten atmosphärischen Bedingungen
  (Luftdruckänderung > 600 Pa, Temperaturänderung > 2 K).

Während der Kalibrierung wird durch Veränderung des Korrekturfaktors

$$KF_2 = \frac{\text{Kalibrierwert KW}}{n_1} \quad \text{(siehe Abschnitt 4)}$$

die Empfindlichkeit des Gerätes so eingestellt, daß der angezeigte Meßwert der Dosisleistung dem Kalibrierwert KW entspricht. Während der Kalibrierung haben die Parameter KORREKTUR und UNTERGR. die Werte 1.000 bzw. 0.000 -6. Für die Kalibrierung benötigt das Gerät den Kalibrierwert als Sollwert.
Es gibt zwei Möglichkeiten:

- Es ist ein Eich- oder Kalibrierwert gespeichert (FH 31) [1]. Eingabe des aktuellen Datums als Parameter DATUM erforderlich. Nach der Kalibrierung ist der entsprechend der Halbwertszeit des Kontrollstrahlers korrigierte Kalibrierwert als Parameter KALIBR.-W. ablesbar.
- Der Kalibrierwert ist als Parameter KALIBR.-W. einzugeben (FH 32).
  Die Berechnung des Kalibrierwertes erfolgt aus den Angaben des Prüfscheines und unter Berücksichtigung der Halbwertszeit des Kontrollstrahlers (siehe Abschnitt 6.3.5.2).

6.3.5.2. Ermittlung des Kalibrierwertes KW

Ist der Eich- oder Kalibrierwert nicht gespeichert (FH 32), so ist dieser vor der Kalibrierung als Parameter KALIBR.-W. einzugeben. Im Prüfschein ist für die Kugelkammer 70 110 und den dazugehörenden Kontrollstrahler ein auf das Meßdatum bezogener Kalibrierwert vermerkt. Zur Ermittlung des aktuellen Kalibrierwertes ist dieser mit dem Faktor n zu multiplizieren. n ist aus Tabelle 1 zu entnehmen. Damit wird die Abnahme der Aktivität des Kontrollstrahlers entsprechend der Halbwertszeit berücksichtigt. Der Zeitpunkt 0 in der Tabelle entspricht dem Meßdatum.

Tabelle 1 Abhängigkeit des Faktors n von der Zeitdifferenz

t in a	n	t in a	n	t in a	n
0	1,000	2,25	0,946	4,25	0,900
0,25	0,994	2,50	0,940	4,50	0,895
0,50	0,988	2,75	0,934	4,75	0,889
0,75	0,982	3,00	0,929	5,00	0,884
1,00	0,975	3,25	0,923	5,25	0,878
1,25	0,970	3,50	0,917	5,50	0,873
1,50	0,964	3,75	0,911	5,75	0,867
1,75	0,958	4,00	0,906	6,00	0,861
2,00	0,952				

[1] Bei geeichten Geräten ist der Eichwert und das Eichdatum in einem Festwertspeicher (E-PROM) gespeichert. Ungeeichte Geräte haben zum Teil den Kalibrierwert für die Kugelkammer 70 110 und das Meßdatum gespeichert.

Sind im Prüfschein auch andere Ionisationskammern aufgeführt, ist für diese der Kalibrierwert in gleicher Weise zu ermitteln. Für Ionisationskammern, die im Prüfschein nicht enthalten sind, ist der Kalibrierwert KW durch eine Anschlußmessung im Strahlungsfeld einer Röntgenanlage zu bestimmen. [1] Wenn dies nicht möglich ist, sollte die Kalibrierung unter Verwendung der Kugelkammer nach Methode 3 erfolgen.
Die Röntgenanlage sollte mit einem Monitor [2] ausgerüstet sein. Die im Abschnitt 3.2 (Angaben zum Grundfehler) genannten Bedingungen sind einzuhalten.
Es werden 2 verschiedene Meßmethoden empfohlen.

Methode 1:

1.1. Detektor anschließen, für den der Kalibrierwert ermittelt werden soll.

1.2. Schalter DETEKTOR (17) entsprechend dem angeschlossenen Detektor einstellen.

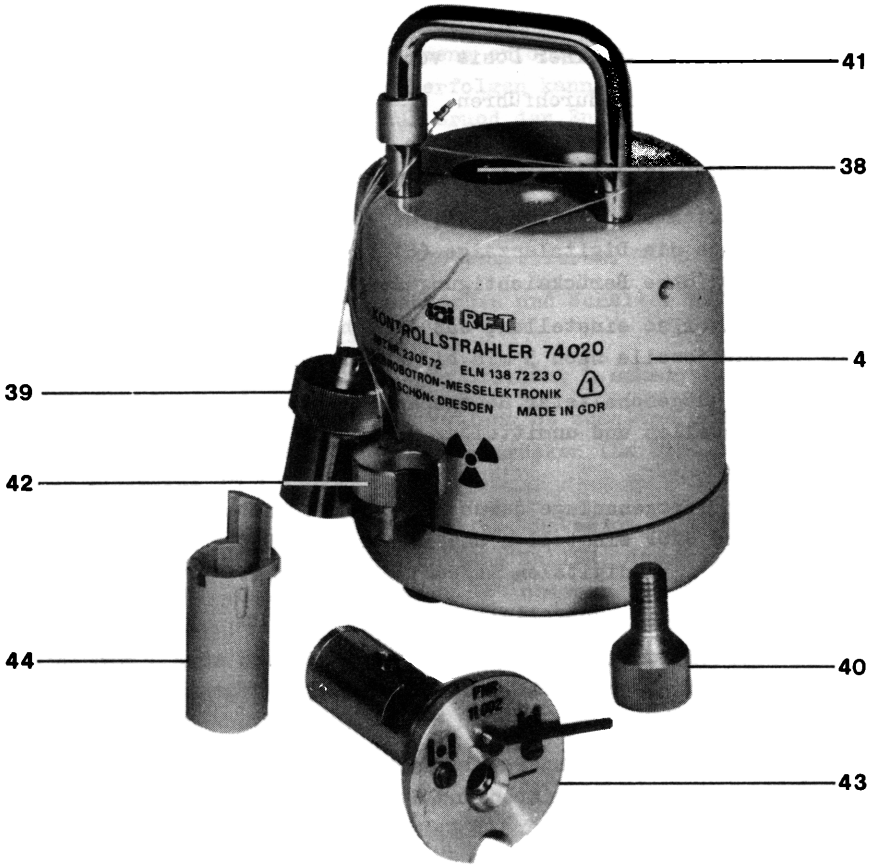
---

1) siehe Abschnitt 7.4.

2) Vorrichtung, die die Röntgenanlage nach Auflaufen einer bestimmten einstellbaren Dosis abschaltet.

Bild 6
KONTROLLSTRAHLER 533 650.7

4 KONTROLLSTRAHLER mit Strahlungsquelle
38 Arbeitsöffnung
39 Verschlußstopfen
40 Schraube
41 Tragegriff
42 Justiereinsatz für Kugelkammer
43 Justiereinsatz für Schlauch- und Stielkammer
44 Halterung für Weichstrahlkammer



M 2300

Bild 6
Рис.6
Fig. 6

1.3. Detektor mit einer Dosis von > 250 mGy bestrahlen.

1.4. Nullabgleich durchführen.

1.5. Schalter MESSBEREICH (18) in Stellung KALIBR. und Schalter ANZEIGE (15) in Stellung DL schalten.

1.6. Detektor so positionieren, daß bei eingeschalteter Röntgenanlage die Digitalanzeige (6) einen Meßwert von 1000 bis 2000 (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes) anzeigt.

1.7. Monitor so einstellen, daß die Abschaltung der Röntgenanlage jeweils nach 3 min bis 4 min erfolgt.

1.8. Bei ausgeschalteter Röntgenanlage Betriebszustand START einstellen und unmittelbar danach Röntgenanlage einschalten.

1.9. Wenn Röntgenanlage durch Monitor abschaltet, Betriebszustand STOP einstellen und in Stellung D des Schalters ANZEIGE (15) digitalen Meßwert MW1 ablesen.

1.10. Detektor in Kontrollstrahler stecken.

1.11. Betriebszustand START einstellen und nach etwa 1 min in Stellung $\overline{DL}$ des Schalters ANZEIGE (15) digitalen Meßwert MW2 ablesen.

1.12. Ein zweites geeichtes Klinisches Dosimeter (z. B. Referenzdosimeter) kalibrieren und dessen Detektor wie unter 1.6 positionieren.

1.13. Meßwert MW3 entsprechend 1.8 und 1.9 ermitteln.

1.14. Kalibrierwert KW nach

$$KW = MW2 \cdot \frac{MW3}{MW1}$$

berechnen.

Methode 2:

2.1. Klinisches Dosimeter mit Kugelkammer 70 110 kalibrieren.

2.2. Arbeitsgänge 1.1 bis 1.11 von Methode 1 durchführen.

2.3. Kugelkammer 70 110 wieder an Klinisches Dosimeter anschließen.

2.4. Meßwert MW3 entsprechend 1.8 und 1.9 ermitteln.

2.5. Kalibrierwert KW nach 1.14 berechnen.

Methode 1 hat den Vorteil, daß, wenn erforderlich, die Anschlußmessung bei beliebigen Energien erfolgen kann. Methode 2 ist für die Weichstrahlkammer 70 127 auf Grund der Energieabhängigkeit nicht geeignet.

Methode 3:

3.1. Gerät mit Kugelkammer 70 110 kalibrieren.

3.2. Gewünschten Detektor anschließen und Schalter DETEKTOR (17) entsprechend einstellen.

3.3. Schalter MESSBEREICH (18) in Stellung 5 schalten.

3.4. Schalter ANZEIGE (15) in Stellung DL schalten und Funktionstaste LAD (10) kurzzeitig drücken (an Stelle FH 32 erscheint □).

Es wird empfohlen, danach, wenn möglich, Detektor in KONTROLL-STRAHLER positionieren und in Stellung KALIBR. des Schalters MESSBEREICH (18) den Kalibrierwert KW^{x}[1] ablesen und notieren. Unter Verwendung von KW^{x} und des Meßdatums ist danach eine Kalibrierung ohne Verwendung der Kugelkammer möglich. Dadurch haben eventuell an der Kammer auftretende irreversible Empfindlichkeitsänderungen keinen Einfluß auf den Meßfehler.

Die Ermittlung von KW^{x} sollte deshalb möglichst frühzeitig erfolgen.
Bei Anwendung von Methode 3 wirken die Toleranzen der Kammerempfindlichkeiten auf den Meßfehler.

6.3.5.3. Einsetzen des Detektors in den Kontrollstrahler (Bild 6)

6.3.5.3.1. Kugelkammer 70 110

Schraube (40) und Verschlußstopfen (39) am Kontrollstrahler (4) entfernen und Kugelkammer in Arbeitsöffnung (38) einführen. Hierbei ist ein leichter Federdruck zu überwinden, bevor die Kugelkammer in der Arbeitsöffnung (38) aufsitzt.
Die am Kammerstiel angebrachte rote Farbmarkierung muß mit der des Kontrollstrahlers (4) übereinstimmen. Danach Justiereinsatz (42) so einsetzen, daß Nut zum Mittelpunkt des Kontrollstrahlers (4) zeigt.

---

[1] KW^{x} = Meßwert in der Stellung KALIBR., wenn vorher das Gerät mit der Kugelkammer kalibriert wurde.

6.3.5.3.2. Schlauchkammer 70 107, Stielkammer 70·108 und 70 109

Schraube (40) und Verschlußstopfen (39) am Kontrollstrahler (4) entfernen. Justiereinsatz (43) in Arbeitsöffnung (38) einführen und mittels Schraube (40) befestigen. Schlauch von Kammer entfernen.
Hebel des Justiereinsatzes (43) in Stellung /./ drehen und Kammer in dessen Bohrung bis Anschlag einsetzen. Markierung an Kammer und Justiereinsatz (43) müssen einander zugewandt sein. Dann Hebel in Stellung /./ bringen.

Achtung! Beim Einführen der Kammern sind Verkantungen sowie seitliche Spannungen durch das Kammerkabel unbedingt zu vermeiden.

6.3.5.3.3. Weichstrahlkammer 70 127

Schraube (40) und Verschlußstopfen (39) am Kontrollstrahler (4) entfernen.
Halterung (44) in Arbeitsöffnung des Kontrollstrahlers (4) so einsetzen, daß die roten Markierungen einander zugewandt sind. Weichstrahlkammer ohne Schutzkappe in Halterung (44) einführen.

6.3.5.3.4. Strahlenschutzkammer 70 111 (Bild 7)

Kontrollstrahler (48) aus Behälter (49) nehmen und diesen in Schacht (47) einsetzen. Dabei ist auf Übereinstimmung der dreieckigen Markierungen auf Kammer und Kontrollstrahler (48) zu achten.

6.3.5.4. Durchführung der Kalibrierung

Vor der ersten Kalibrierung ist der Detektor mindestens 5 min lang bei eingeschaltetem Gerät im Kontrollstrahler zu bestrahlen. Das gleiche gilt bei Wechsel des Detektors und bei Bestrahlungspausen >15 h. Diese Bestrahlung zur Stabilisierung des Grundstromes kann auch mit anderen Strahlungsquellen erfolgen. In diesem Fall ist eine Dosis von > 250 mGy erforderlich.

Einstellungen und Bedienung:

- Schalter DETEKTOR (18) — entsprechend angeschlossenem Detektor
- Nullabgleich gemäß Abschnitt 6.3.4 durchführen
- Parameter KALIBR.-W. (FH 32) bzw. DATUM (FH 31) eingeben, falls noch nicht vorhanden

- Detektor in Kontrollstrahler einführen
- Schalter ANZEIGE (15) DL
- Schalter MESSBEREICH (18) KALIBR.
- Funktionstaste LAD (10) kurzzeitig drücken Taste LAD leuchtet

Wenn Taste LAD nicht mehr leuchtet, ist Kalibriervorgang beendet, und die angezeigte Dosisleistung muß etwa dem Kalibrierwert entsprechen.
Dauer der Kalibrierung ist 4 s bis 40 s.

6.3.5.5. Anschluß von Ionisationskammern, die nicht zum Zubehör bzw. Ergänzungszubehör gehören

Die Kalibrierung erfolgt entsprechend Abschnitt 6.3.5.3., wobei die Hinweise der zum Detektor und Kontrollstrahler gehörenden speziellen Dokumentation zu beachten sind.
Schalter DETEKTOR (17) dabei in Stellung RES. und Schalter PARAMETER (13) in Stellung KONTROLLE schalten.
Während der ersten Kalibrierung ist die Grundempfindlichkeit des Gerätes einzustellen. Dabei ist wie folgt zu verfahren:
Nach Drücken der Taste LAD (10) Schalter ANZEIGE (15) in Stellung PARAM. schalten und Einsteller RES. (19) so einstellen, daß ein Meßwert von 0.950 bis 1.050 (KF2) angezeigt wird.
Wenn nach Verlöschen der Taste LAD (10) Meßwert außerhalb der Grenzen liegt, Schalter ANZEIGE (15) in Stellung DL MIN schalten, Taste LAD (10) kurzzeitig drücken, Schalter ANZEIGE (15) in Stellung PARAM. schalten und Abgleich wiederholen.

Achtung! Lage des Dezimalpunktes und Exponent können vom Sollwert abweichen.

6.3.5.6. Kalibrierung nach Wechsel des Detektors

Bei Wechsel des Detektors ist eine erneute Kalibrierung erforderlich, wenn das Gerät für diesen Detektor noch nicht kalibriert wurde (Anzeige FH 31 bzw. FH 32) oder die unter Abschnitt 6.3.5.1. genannten Kriterien zutreffen. Andernfalls ist eine Kalibrierung nicht unbedingt erforderlich. Der Kalibrierwert KW und Korrekturfaktor KF2 sind in diesem Fall bereits gespeichert.

Bild 7
KONTROLLSTRAHLER 74 060 mit
Strahlenschutzkammer 70 111

46 Strahlenschutzkammer 70 111
47 Schacht
48 KONTROLLSTRAHLER 70 111 mit Strahlungsquelle
49 Behälter

Bild 8
KONTROLLEINHEIT 535 000.7

3 KONTROLLEINHEIT 535 000.7
50 Anschlußstecker
51 Schalter

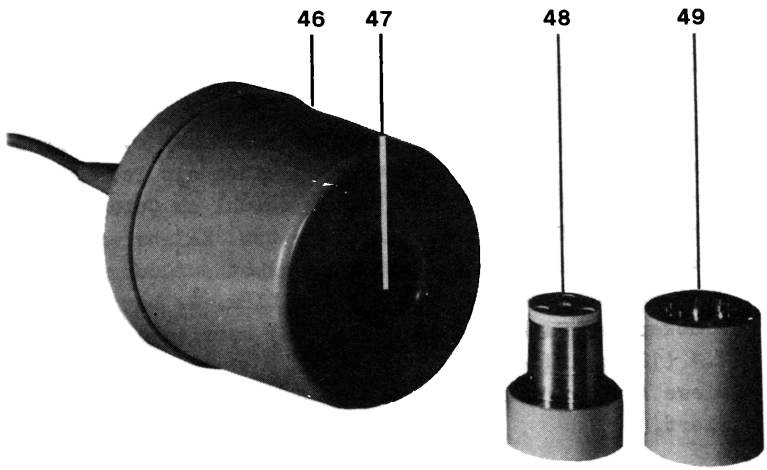


Bild 7
Рис.7
Fig. 7

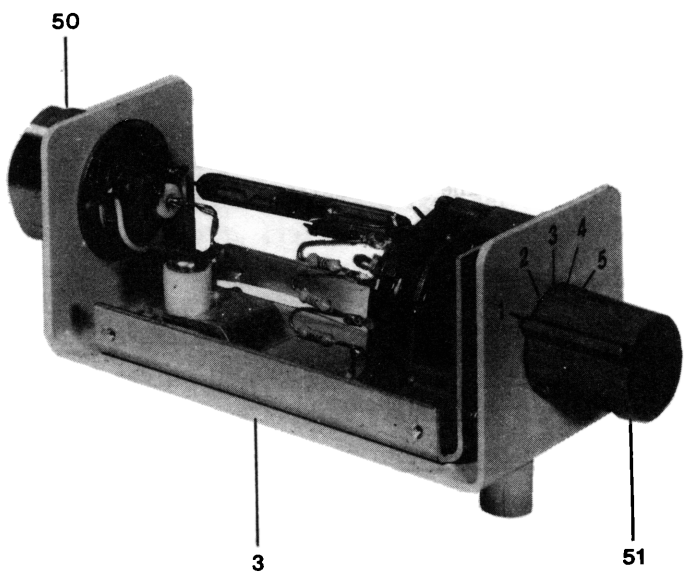


Bild 8
Рис.8
Fig. 8

M 2300

6.3.5.7. Kalibrierung mit Parameter KALIBR.-W., wenn Eich- bzw. Kalibrierwert gespeichert ist

Bei Ersatz einer defekten Ionisationskammer o. ä. kann es notwendig sein, die Kalibrierung mit einem als Parameter eingegebenen Kalibrierwert durchzuführen, obwohl im Gerät für den angeschlossenen Detektortyp ein Eich- bzw. Kalibrierwert gespeichert ist. Damit sich die Kalibrierung nicht auf den gespeicherten Wert, sondern auf den Parameter KALIBR.-W. bezieht, muß beim Drücken der Funktionstaste LAD (10) bereits die numerische Taste "." (12) gedrückt sein.
Diese Art der Kalibrierung wird durch das Zeichen □ signalisiert.

6.3.6. Anschluß eines Schreibers

Für die analoge Registrierung der Dosisleistung bzw. des Quotienten ist ein Linienschreiber über das Verbindungskabel 77 154 an den Signalausgang ANALOG (32) anzuschließen.
Die Ausgangsspannung liegt im Bereich von 0 V bis 10 V.
Am Schreiber ist deshalb eine Empfindlichkeit einzustellen, die für etwa 10 V Vollausschlag ergibt.
ANAL. 100 % und ANAL. 0 % entsprechend Abschnitt 6.3.3.2.4 einstellen. Bei größeren statistischen Schwankungen ist, falls erforderlich, eine Zeitkonstante entsprechend 6.3.3.2.3 einzustellen.

6.3.7. Digitale Datenausgabe

6.3.7.1. Anschluß des Streifendruckers G-3287.500

Der Streifendrucker G-3287.500 ist an das Klinische Dosimeter wie folgt anzuschließen:

Klinisches Dosimeter		Streifendrucker
Anschlußbuchse (24)		
B1	Z-5220.040 [1]	M2
M2	Z-5220.040 [1]	B1

[1] oder 1 x Kabel 77 210

Klinisches Dosimeter			Streifendrucker
Anschlußbuchse	J1 (1)	Z-5060.040	J1
Anschlußbuchse	J2 (23)	Z-5060.040	J2

Einstellungen am Streifendrucker:

Schalter FUNCTION	7
Schalter PAUSE	0
Schalter HIGH LIMIT	000
Taste BO	nicht gedrückt
Taste CLEAR	nicht gedrückt

6.3.7.2. Inbetriebnahme

Am Streifendrucker Taste NETZ einschalten und Taste BO 2mal kurzzeitig drücken (Taste BO darf sich danach nicht im gedrückten Zustand befinden).
Vor der ersten Druckauslösung liefert der Streifendrucker kein (M2)-Signal. Damit das Klinische Dosimeter trotz fehlendem (M2)-Signal einen Druckvorgang auslöst, sind folgende Einstellungen notwendig:

- Schalter DRUCKEN (16) in Stellung AUS schalten,
- Auslösung eines Druckvorganges durch Betätigen der Funktionstaste STOP (10) oder DRUCKINT. (13) simulieren (Streifendrukker wird noch nicht ausgelöst),
- Schalter DRUCKEN (16) in gewünschte Stellung schalten.

Diese Maßnahmen sind auch dann erforderlich, wenn während des Betriebes die Taste BO des Streifendruckers betätigt wurde.
Die Auslösung des Druckvorganges erfolgt jeweils

- nach Ablauf der mit dem Parameter DRUCKINT. (13) gewählten Intervallzeit,
- falls DRUCKINT. = 00.00, beim Betätigen der Funktionstaste STOP (10), beim Schalten in den Betriebszustand STOP und durch externe Signale am Steuereingang DRUCKAUSL. (32).

Die Auslösung des Druckvorganges wird verriegelt

- in Stellung NULL und KALIBR. des Schalters MESSBEREICH (18),

- während der Parametereingabe,
- solange FH 21, FH 22, FH 31, FH 32 oder FH 40 angezeigt werden,
- wenn Schalter DRUCKEN (16) in Stellung AUS steht.

6.3.7.3. Druckbild

1. Zeile	Leerzeile	
2. Zeile	lfd. Nummer	Datum (nur wenn Funktionstaste NR (10) gedrückt)
3. bis n-te Zeile	Beiwert (1) (2) (■)	Meßwert (Mantisse/Exponent)

x = Minus
■ ≙ □ der Digitalanzeige (6) (siehe Pkt. 6.1.3)

Beiwert 1:
1 = DL
2 = DL
3 = DL MAX
4 = DL MIN
5 = D
6 = t
7 = QUOT

Beiwert 2:
5 = FH 50, FH 51, FH 52 oder FH 53
6 = FH 60
7 = FH 70
leer = kein FH 50 bis FH 70

Achtung! Nach DL wird automatisch auch DL MAX und DL MIN gedruckt.

Beispiel: Drucken der Dosis 25.67 mGy und der Meßzeit 1.072 min. NR = 005, DATUM = 12.04.83
Gerät ist nicht kalibriert, es wird FH 51 angezeigt.
Funktionstaste NR (10) ist gedrückt.

000	12.04.83
55■	25.67 x3
6	1.072 0

6.3.7.4. Anschluß einer anderen Registriereinrichtung

Der Anschluß einer anderen Registriereinrichtung, die dem Interface IMS-1 entspricht (Parallelausgabe im BCD-Kode) ist prinzipiell möglich. Es werden dazu eventuell spezielle Anschlußkabel benötigt (Belegung der Anschlüsse entsprechend Stromlaufplan STEUERUNG II 534 985.8).
Wenn die Registriereinrichtung kein (M2)-Signal erzeugt, ist die Anschlußbuchse (24) mit Masse zu verbinden. Dabei ist zu beachten, daß in diesem Fall bis zu 5 Druckvorgänge pro Sekunde auftreten können.

6.3.8. Verwendung des Verlängerungskabels 77 051

Durch Einsatz des Verlängerungskabels 77 051 läßt sich der Abstand zwischen SONDE (1) und Ionisationskammer vergrößern.
Bei Verwendung dieses Verlängerungskabels erfolgt keine Kontrolle des angeschlossenen Detektortyps.
Eine falsche Einstellung des Schalters DETEKTOR (17) wird in diesem Fall nicht durch FH 10 signalisiert.

6.3.9. Wahl des Detektors

Ein umfangreiches Sortiment an luftäquivalenten Ionisationskammern zum Klinischen Dosimeter M 2300 erlaubt die Durchführung praktisch aller in der Strahlentherapie auftretenden Meßaufgaben. Es sind dies die Dosimetrie von Röntgenstrahlung zur Oberflächen-, Halbtiefen- und Tiefentherapie im Bereich von 10 kV bis 250 kV Anregungsspannung, die Dosimetrie von Gammastrahlung, z.B. von ^{137}Cs- oder ^{60}Co-Bestrahlungsanlagen, sowie die Dosimetrie von hochenergetischer Röntgenbremsstrahlung und Elektronen mit Anregungsspannungen von 2 MeV bis 50 MeV.
Die Dosimetrie kann frei in Luft, in Körperhöhlen oder im Wasserphantom durchgeführt werden.
Außerdem können Strahlenfelder in der Umgebung des Patienten bzw. in der Umgebung oder hinter den Abschirmungen genannter Strahlungsquellen für Strahlenschutzzwecke dosimetrisch erfaßt werden.
Neben der Verwendung in der Strahlentherapie ist das Gerät auf Grund des großen Meßumfanges für die Dosimetrie von Röntgen- und

Gammastrahlung sowie hochenergetischer Elektronen- und Bremsstrahlung in allen Bereichen von Forschung und Technik verwendbar, z. B. für strahlenbiologische Untersuchungen oder als Referenznormal.
Die in Vorbereitung befindlichen Halbleiterdetektoren sind für Relativmessungen, besonders für das Ausmessen von Strahlungsfeldern, vorgesehen.

Die Ionisationskammern zum Klinischen Dosimeter haben luftäquivalente Elektroden und Wandmaterial und messen in Verbindung mit dem Anzeigegerät die Energiedosis bzw. die Energiedosisleistung in Luft. Durch die Anwendung von Konversionsfaktoren [1] kann das Gerät auch die Energiedosis in Gewebe bzw. in Wasser anzeigen.

Die Weichstrahlkammer 70 127 ist für die Dosimetrie weicher Röntgen- und Quantenstrahlung, wie sie z. B. bei der Strahlentherapie oberflächennaher Krankheitsherde verwendet wird, konzipiert. Mit der Kammer kann sowohl die einfallende primäre Strahlung allein (Einfalldosis) als auch diese zusammen mit dem Streuzusatz gemessen werden, der an einem mitgelieferten Phantom oder eingeschränkt auch am Patienten selbst entsteht (Oberflächen- bzw. Tiefendosis). Die aus muskel- bzw. knochenäquivalenten Bausteinen zusammensetzbaren Phantomkörper ermöglichen eine gute Nachbildung der praktischen Verhältnisse am biologischen Objekt und im Zusammenwirken mit der Ionisationskammer eine hohe Genauigkeit bei der Ermittlung der Oberflächen- und Tiefendosis.
Darüber hinaus ist die Kammer für Messungen in der Strahlenbiologie und im Nutzstrahlungsbündel von Röntgenfeinstruktur- und Röntgenspektroskopiegeräten verwendbar.
Für Messungen in Körperhöhlen oder in Wasserphantomen ist die Kammer nicht geeignet.

Die Schlauchkammer 70 107 mit ihrem geringen Außendurchmesser und ihrer Flexibilität ist zur Messung in Körperhöhlen bei Halbtiefen- und Tiefentherapie mit Röntgen- und Gammastrahlung vorgesehen. Eine Zentimetereinteilung auf dem flexiblen Kammerkabel erleichtert eine entsprechende Positionierung. Sie kann darüber hinaus auch für Messungen in Luft (bei Gammastrahlung von ^{137}Cs

---

1) Diese Konversionsfaktoren sind geeigneten Tabellen zu entnehmen.

oder ^{60}Co unter Anwendung einer Wandverstärkungskappe) und im Wasserphantom verwendet werden. Bei Messungen im Wasserphantom ist die Schlauchkammer für die Dosimetrie hochenergetischer Elektronen-und Röntgenbremsstrahlung mit Energien bis zu 50 MeV verwendbar.

Die Stielkammern 70 108 und 70 109 sind zur Messung von hohen Dosen bzw. Dosisleistungen von Röntgen- und Gammastrahlung sowie von Elektronen aus Beschleunigern geeignet. Auf Grund des luftäquivalenten Elektroden- und Wandmaterials und der konstruktiven Gestaltung dieser Kammern ist ihre Energie- und Richtungsabhängigkeit gering.
Sie können sowohl für Frei-Luft-Messungen (bei Gammastrahlung von 660 keV bis 1,33 MeV unter Verwendung einer Wandverstärkungskappe) als auch für Messungen im Wasserphantom und wegen ihres geringen Außendurchmessers auch gut zur Messung in Körperhöhlen verwendet werden. Eine Zentimetereinteilung auf dem Stiel erleichtert die Positionierung.
Bei Messungen im Wasserphantom sind die Stielkammern 70 108 und 70 109 für die Dosimetrie hochenergetischer Elektronen und Röntgenbremsstrahlung mit Energien bis zu 50 MeV verwendbar.

Die Kugelkammer 70 110 eignet sich vorzugsweise zum Ausmessen der Strahlenfelder von Röntgen- und Gammastrahlung frei Luft. Auf Grund des luftäquivalenten Elektroden- und Wandmaterials und der konstruktiven Gestaltung dieser Kammer ist ihre Energie- und Richtungsabhängigkeit gering. Für die Messung von Gammastrahlung von 0,6 MeV bis 1,33 MeV ist die Kammer mit einer Wandverstärkungskappe zu versehen. Sie ist auch für Messungen im Wasserphantom zu verwenden, bedarf aber dazu eines wasserdichten Schutzes, z. B. durch einen Gummifingerling.

Mit der Kammer 70 111 können Strahlenschutzmessungen in der Umgebung und hinter Abschirmungen von Röntgen- und Gammastrahlenquellen durchgeführt werden.

Weitere Informationen zu den Ionisationskammern sind den Bedienungsanleitungen der entsprechenden Ionisationskammern zu entnehmen.

6.4. Durchführung der Messungen

6.4.1. Messung der Dosisleistung

Der Meßwert der Dosisleistung ist ständig ablesbar und zwar:

- als Digitalwert (6), (7), wenn Schalter ANZEIGE (15) in Stellung DL,
- als Analogwert (9), wenn Schalter ANZEIGE (15) nicht in Stellung QUOT.

Achtung!

Der Schalter MESSBEREICH (18) ist dabei so einzustellen, daß der digitale Meßwert zwischen 10 % und 100 % des Meßbereichsendwertes liegt. Dies ist zur Einhaltung der angegebenen Meßfehler erforderlich. Der Meßbereichsendwert beträgt bei einem Korrekturfaktor KF1 von 1.000 jeweils 2000 (ohne Berücksichtigung des Dezimalpunktes und des Exponenten).

Beispiel:	Angezeigter Meßwert	= 06.23	-3 Gy/min
	Meßbereichsendwert	= 20.00	mGy/min

Eine Überschreitung des Meßbereichsendwertes ist möglich, solange kein Funktionshinweis FH 50, FH 51, FH 52 oder FH 53 angezeigt wird. Dies ist für die Sonde 70 110 bei 2500, bei den übrigen Detektoren bei 3000 der Fall (bezogen auf $KF_1 = KF_2 = 1.000$ und UG = 0). Für einen Korrekturfaktor $KF_1 \neq 1.000$ verschiebt sich der Meßbereichsendwert um den Faktor KF_1.

Achtung! Bei der Meßbereichsumschaltung kann auf Grund der wirksamen Zeitkonstanten eine kurzzeitige Meßbereichsüberschreitung auftreten. Dies wird durch FH 51 oder FH 52 angezeigt.
Dies hat keine Auswirkungen. Deshalb sind lediglich diese Funktionshinweise mittels der Funktionstaste LAD (10) zu löschen.

Größere statistische Schwankungen des Meßwertes lassen sich durch entsprechende Wahl des Parameterwertes ZEITK. beseitigen.

6.4.2. Messung der Dosis

- Schalter MESSBEREICH (18) entsprechend der zu erwartenden Dosisleistung einstellen (siehe Punkt 6.4.1).
- Schalter ANZEIGE (15) in Stellung D schalten.
- Betriebszustand START einstellen.
- Nach Beendigung der Bestrahlung Betriebszustand STOP einstellen.

Die Messung der Dosis erfolgt nur während des Betriebszustandes START. Beim Schalten in den Betriebszustand START werden der Meßwert der Dosis automatisch nullgestellt und die Funktionshinweise FH 50 bis FH 70 gelöscht. Zur Anzeige des digitalen Meßwertes ist der Schalter ANZEIGE (15) in Stellung D zu schalten. Da der Meßwert der Dosis durch Summierung der Dosisleistungswerte gebildet wird, sind die unter Pkt. 6.4.1 genannten Bedingungen einzuhalten. Die Meßbereichsumschaltung erfolgt automatisch. In Abhängigkeit vom gewählten Dosisleistungsmeßbereich können geringfügige Abweichungen des Nullpunktes auftreten. Da der Meßwert der Dosis aus der Summe der Dosisleistungswerte gebildet wird, kann dies zum langsamen Ansteigen bzw. Abfallen des Meßwertes der Dosis führen. Deshalb werden in den Meßbereichen 3 bis 5 Dosisleistungswerte von ≤ 2 digit für die Bildung des Meßwertes der Dosis unterdrückt.
Trotzdem wird empfohlen, den Betriebszustand START erst kurz vor der Bestrahlung und den Betriebszustand STOP kurz nach Beendigung der Strahlung einzustellen. Beim Schalten des Schalters MESSBEREICH (18) stellt sich automatisch der Betriebszustand STOP ein. Der Parameter ZEITK. ist bei der Dosismessung nicht wirksam.

6.4.3. Ermittlung der Meßzeit

Die Messung erfolgt nur im Betriebszustand START.
Der Meßwert "Meßzeit" entspricht der Dauer des Betriebszustandes START. Die Anzeige des digitalen Meßwertes erfolgt in Stellung t des Schalters ANZEIGE (15). Der Meßwert wird beim Schalten in den Betriebszustand START automatisch auf Null gestellt; die Meßbereichsumschaltung erfolgt ebenfalls automatisch.

6.4.4. Messung des Mittelwertes der Dosisleistung

Die Messung erfolgt nur im Betriebszustand START.
Die digitale Meßwertanzeige erfolgt in Stellung DL des Schalters ANZEIGE (15). Der Mittelwert der Dosisleistung wird durch das Verhältnis von Dosis zu Meßzeit gebildet. Zur Realisierung eines genauen Meßwertes ist es notwendig, daß für die gesamte Dauer des Betriebszustandes START die zu messende Strahlung vorhanden ist.

6.4.5. Maximale und minimale Dosisleistung

Die digitale Meßwertanzeige erfolgt für die
- maximale Dosisleistung in Stellung DL MAX,
- minimale Dosisleistung in Stellung DL MIN
des Schalters ANZEIGE (15).

Beim Schalten in den Betriebszustand START wird DL MAX = DL MIN = DL gesetzt.
Danach werden für die Dauer des Betriebszustandes START die Meßwerte für DL MAX und DL MIN entsprechend der Schwankung des Meßwertes der Dosisleistung DL verändert. Für die Dauer des Betriebszustandes START muß deshalb die zu messende Strahlung vorhanden sein.
Die Meßwerte DL MAX und DL MIN dienen vorwiegend dazu, die Schwankung der Strahlungsintensität besonders von Beschleunigern zu kontrollieren.

6.4.6. Messung des Quotienten

Die Messung des Quotienten ist nur bei angeschlossener 2-Kanal-HLD-Sonde möglich. Es wird jeweils das Verhältnis der Dosisleistung von Kanal 1 (Meßkanal) zu Kanal 2 (Referenzkanal) ermittelt.
Die digitale und analoge Meßwertanzeige erfolgt in Stellung QUOT. des Schalters ANZEIGE (15).

6.4.7. Verwendung der Betriebsart ZYKLUS

Die Betriebsart ZYKLUS dient besonders zur Überwachung von Bestrahlungseinrichtungen. Bei dieser Betriebsart erhalten die Anzeigespeicher neue Meßwerte nur beim Schalten vom Betriebszustand START in den Betriebszustand STOP. Danach (nach etwa 1 s) stellt sich automatisch der Betriebszustand START wieder ein. Die interessierenden Meßwerte können entweder abgelesen (Schalter ANZEIGE (15) einstellen) oder gedruckt werden (Schalter DRUCKEN (16) einstellen).

Einstellungen:

- Parameter VORWAHL-DOSIS oder -ZEIT eingeben.[1)]
- Schalter VORWAHL (14) in Stellung D bzw. t schalten.[1)]
- Funktionstaste VWS (10) drücken.[1)]

Die Betriebsart ZYKLUS ist nicht einstellbar (Funktionstaste ZYK (10) leuchtet nicht), wenn FHP, FH 21, FH 31 oder FH 32 angezeigt wird. Bei Umschaltung des Meßbereiches ist die Funktionstaste STO (10) kurzzeitig zu drücken. Die auswertbaren Meßergebnisse liegen nach Ablauf des ersten Zyklus vor.

6.4.8. Ermittlung und Berücksichtigung einer Untergrundstrahlung

Beim Messen kleiner Dosis- und Dosisleistungswerte in den empfindlichen Meßbereichen kann das Meßergebnis durch Einfluß des Isolationsstromes oder durch eine vorhandene Untergrund- bzw. Umgebungsstrahlung verfälscht werden. Eine Korrektur ist durch Eingabe eines entsprechenden Parameterwertes UNTERGR. möglich. Dies kann auf 2 Arten erfolgen:

1. Verwendung der Funktionstaste SPE (10)

1.1. Strahlungsquelle abschalten bzw. entfernen,

1.2. Schalter MESSBEREICH (18) möglichst empfindlich einstellen,

1.3. Schalter ANZEIGE (15) in Stellung $\overline{DL}$ schalten,

1.4. Betriebszustand START einstellen,

1.5. Wenn sich Meßwert nicht mehr ändert, Funktionstaste SPE (10) kurzzeitig drücken (Funktionstaste SPE (10) leuchtet) und Betriebszustand STOP einstellen.

[1)] Wenn STOP durch externes Signal erfolgt, kann Einstellung entfallen.

1.6. Schalter ANZEIGE (15) in Stellung PARAM. schalten,
1.7. Schalter PARAMETER (13) in Stellung UNTERGR. schalten,
1.8. Funktionstaste LAD (10) kurzzeitig drücken.

2. Messung der Dosis
2.1. wie 1.1 bis 1.2,
2.2. VORWAHL 1.000 min einstellen,
2.3. Funktionstaste VWS (10) drücken,
2.4. Betriebszustand START einstellen,
2.5. Schalter ANZEIGE (15) in Stellung D schalten,
2.6. Wenn Taste STOP leuchtet, digitalen Meßwert ablesen und als Parameter UNTERGR. eingeben:

$$\frac{\text{Meßwert Dosis}}{\text{Meßzeit (1 min)}} = \text{Dosisleistung.}$$

7. Überprüfung des Gerätes

7.1. Allgemeines

Bei der Kalibrierung des Gerätes M 2300 (nach Abschnitt 6.3.5) werden eventuell vorhandene Änderungen der Empfindlichkeit ständig durch Abgleichen beseitigt. Zusätzlich erfolgt eine Funktionskontrolle, so daß die Überprüfung des Gerätes in größeren Zeitabständen ausreicht.
Die Überprüfung des Klinischen Dosimeters M 2300 unterteilt sich in Kontrolle der elektrischen Funktion, Kontrolle des Meßkanals mit Abgleich der Meßbereiche, physikalische Anschlußmessung und, wenn erforderlich, Eichung des Gerätes.

7.2. Kontrolle der elektrischen Funktion

7.2.1. Bedienung und Turnus

Die Kontrolle ist durchzuführen:

- bei der ersten Inbetriebnahme,
- im Abstand von 1 Monat,
- wenn Fehlfunktionen am Gerät festgestellt werden.

Einstellungen:
- Schalter ANZEIGE (15) PARAM.

- Schalter PARAMETER (13) KONTROLLE
- Betriebszustand STOP
- Funktionstaste LAD (10) kurzzeitig drücken

Funktionstaste LAD (10) muß leuchten.
An der Digitalanzeige (7) leuchtet die Nummer des Kontrollabschnittes auf (mit 1 beginnend), der für die nachfolgende Prüfung vorgesehen ist.

- Funktionstaste START (10) jeweils kurzzeitig drücken.
  Es erfolgt die Prüfung des angezeigten Kontrollabschnittes.
  Wenn Funktionstaste STOP (10) leuchtet und an der Digitalanzeige (6) kein Funktionsfehler angezeigt wird, ist die Prüfung ohne Beanstandung beendet. In diesem Fall zeigt die Digitalanzeige (7) die Nummer des nächsten Kontrollabschnittes an.
  Wird ein Funktionsfehler angezeigt, ist das Gerät einer Servicewerkstatt zu übergeben.
  Nach Drücken der Funktionstaste START (10) erfolgt entweder die Prüfung des neuen Kontrollabschnittes, oder es wird der restliche Teil des Kontrollabschnittes geprüft, falls die Prüfung noch nicht abgeschlossen war.
  Durch längeres Drücken der Funktionstaste LAD (10) im Betriebszustand STOP können Kontrollabschnitte übersprungen werden. In diesem Fall stellt sich im Abstand von etwa 1 s jeweils der nachfolgende Kontrollabschnitt ein.
  Durch kurzzeitiges Drücken der Funktionstaste STOP ist ein Anhalten an beliebigen Stellen des Kontrollabschnittes möglich.
  In den Kontrollabschnitten 6 bis 12 bewirkt das Betätigen der Funktionstaste STO (STOP) den Anschluß der Prüfung dieses Kontrollabschnittes.

  Achtung! Beim Betätigen der Funktionstaste STO muß Schalter ANZEIGE (15) in Stellung PARAM. und Schalter PARAMETER (13) in Stellung KONTROLLE stehen, sonst wird die Kontrolle der elektrischen Funktionen beendet.

  Die Kontrolle der elektrischen Funktion wird beendet, entweder nach Abarbeitung des 13. Kontrollabschnittes oder durch Umschalten der Schalter ANZEIGE (15) bzw. PARAMETER (13) in Betriebszustand STOP.

7.2.2. Kontrolle der digitalen Anzeige (Kontrollabschnitt 1)

1. Auf den 8 Stellen der Digitalanzeige (6) und (7) erscheint nacheinander:
   0 bis 9, Dezimalpunkt, Dunkelsteuerung.

2. Anzeige der Einheit:
   Gy/min, Gy, min.

3. Leuchten der Funktionstasten (10) ZYK und SPE.

Es ist jeweils eine Sichtkontrolle durchzuführen.
Funktionsfehler werden nicht angezeigt.

7.2.3. Kontrolle der Speicher (Kontrollabschnitt 2)

Es erfolgt die Prüfung der Festwertspeicher (E-PROMs) und des Operativspeichers (RAM).

Fehleranzeige:

F331 bis F349 = Festwertspeicher (E-PROM) M331 bis M349 defekt

F100 = Operativspeicher defekt.

7.2.4. Kontrolle der Parallel-Ein-/Ausgabe-Einheiten (Kontrollabschnitt 3)

Es erfolgt die Prüfung der Parallel-Ein-/Ausgabe-Einheiten (PIO).

Fehleranzeige:

F123 = PIO auf ZRE 535 062.6 defekt.
F124 = PIO auf STEUERUNG I 534 989.0 defekt.

7.2.5. Kontrolle der Zähler-Zeitgeber-Bausteine (Kontrollabschnitt 4)

Es erfolgt die Prüfung der Zähler-Zeitgeber-Bausteine (CTC).

Fehleranzeige:

F121 = CTC auf ZRE 535 062.2 defekt.
F122 = CTC auf STEUERUNG 534 989.0 defekt.

7.2.6. Kontrolle der Analoganzeige (Kontrollabschnitt 5)

Es ist zu kontrollieren, daß die Analoganzeige (9) innerhalb von 22 s bis 26 s stetig von 0 Skt. auf 200 Skt. ansteigt.
Wird ein Schreiber 20 013 an den Signalausgang ANALOG (32) angeschlossen, so muß dieser eine gerade diagonale Linie schreiben.
Funktionsfehler werden nicht angezeigt.

7.2.7. Kontrolle der Tastatur (Kontrollabschnitt 6)

Es ist zu kontrollieren, daß beim Drücken jeder numerischen Taste (12) an der Digitalanzeige (6) die entsprechende Ziffer bzw. das entsprechende Zeichen aufleuchtet. Beim Drücken der Funktionstasten NR, ZYK bzw. SPE muß U, Y bzw. P angezeigt werden. Prüfung wird durch Betätigen der Funktionstaste STOP (10) beendet.

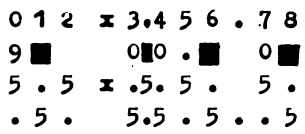
7.2.8. Kontrolle der Schalter (Kontrollabschnitt 7 bis 12)

Es ist jeweils zu kontrollieren, daß die eingestellte Schalterstellung mit der an der Digitalanzeige (6) angezeigten Zahl übereinstimmt (linker Anschlag = Stellung 1).
Die Kontrolle jedes Schalters wird durch Betätigen der Funktionstaste STOP (10) beendet.
Die Kontrollabschnitte sind den Schaltern wie folgt zugeordnet:

Kontrollabschnitt	Schalter
7	MESSBEREICH (18)
8	ANZEIGE (15)
9	PARAMETER (13)
10	DETEKTOR (17)
11	DRUCKEN (16)
12	VORWAHL (14)

7.2.9. Kontrolle der Druckeransteuerung (Kontrollabschnitt 13)

Die Kontrolle erfolgt mit dem angeschlossenen Streifendrucker G-3287.500. Es müssen folgende Zeichen gedruckt werden:



Fehleranzeige:

F125 = Flip-Flop für Druckauslösung (A10 auf STEUERUNG I 534 989.0) defekt.

F126 = Rückmeldung (B1 an Anschlußbuchse (24) = H) vom Streifendrucker fehlt.

7.3. Kontrolle des Meßkanals

Die Kontrolle ist durchzuführen:

- bei der ersten Inbetriebnahme,
- wenn beim Nullabgleich oder beim Kalibrieren der Funktionshinweis FH 22 bzw. FH 3Ø angezeigt wird,
- im Abstand von 1 Monat.

7.3.1. Nullabgleich und Kalibrieren

Schalter DETEKTOR (17) in Stellung 70 110 schalten;

Kugelkammer 70 110 anschließen und folgende Prüfungen unter Referenzbedingungen (Luftdruck = 101 kPa ± 600 Pa, Temperatur = 20 °C ± 2 K) durchführen:

- Nullabgleich nach Pkt. 6.3.4 vornehmen.
  Der Nullabgleich muß nach 1 s bis 20 s abgeschlossen sein.
- Vorwahl t = 1,000 min einstellen, Funktionstaste VWS (10) drücken und Betriebszustand START einstellen (Schalter MESSBEREICH (18) weiter in Stellung NULL).
  Wenn Taste STOP leuchtet, Meßwert der Dosis ablesen.

  Sollwert: $D \leq |18\ \mu Gy|$

- Kalibrierung nach Pkt. 6.3.5 durchführen.
  Die Kalibrierung muß nach 4 s bis 40 s abgeschlossen sein.
  Korrekturfaktor KF2 ablesen.

  Sollwert: KF2 = 0.900 bis 1.100

- Nullabgleich und Kalibrierung für alle verwendeten Detektoren wiederholen.

7.3.2. Kontrolle und Abgleich der Meßbereiche

KONTROLLEINHEIT (3) an Stelle des Detektors an SONDE (1) anschließen.
Zeitvorwahl t = 0.100 min einstellen.
Funktionstaste VWS (10) und ZYK sind gedrückt.
Schalter DETEKTOR (17) in Stellung 70 110 schalten.
Nach erneutem Nullabgleich entsprechend Pkt. 6.3.4 bei folgenden Einstellungen jeweils digitalen Meßwert der Dosis D ablesen und Einsteller KALIBRIERUNG (20) so einstellen, daß
Meßwert b = Meßwert a ± 8 digit ist [1].

Parameter ZEITK. = 5,0 s eingeben.

Schalter (51) der Kontrolleinheit (3)	Schalter MESSBEREICH (18) a	b	Einsteller KALIBRIERUNG
4	3	4	4
5	4	5	5
3	3	2	2
2	2	1	-

Schalter (51) der KONTROLLEINHEIT (3) in Stellung 1 schalten und in Stellung 3 bis 5 des Schalters MESSBEREICH (18) jeweils Meßwert der Dosisleistung ablesen.

Sollwert: DL ≦ |3| digit

Kontrolle in Stellung 2 des Schalters MESSBEREICH (18) wiederholen. Sollwert: DL ≦ |15| digit

7.3.3. Kontrolle des Zeitkanals

Zeitvorwahl t = 1 min einstellen.
Funktionstaste ZYK (10) ist nicht mehr gedrückt.
Funktionstaste STO (10) kurzzeitig drücken.
Funktionstaste STA (10) kurzzeitig drücken und mit Stoppuhr Zeit messen, bis Funktionstaste STO (10) leuchtet.

Sollwert: t = 59 s bis 61 s

---

[1] jeweils mittlerer Meßwert

7.4. Physikalische Anschlußmessung

Die Kontrolle ist im Abstand von 1 Jahr durchzuführen.
Die Prüfung erfolgt an einer geeigneten Röntgenanlage mit Monitor [1]. Als Vergleichsgerät dient ein Referenznormal, z. B. ein KLINISCHES DOSIMETER M 2300.02 (Referenzdosimeter).

Einstellungen an der Röntgenanlage:

Spannung	200 kV [2]
Strom	10 mA
Filter	1 mm Cu + 0,5 mm Al [2]

Der Monitor ist für die Kontrolle jedes Ionisationskammertyps so einzustellen, daß die Bestrahlungsdauer 2 bis 3 min beträgt.
Vor der Messung sind das zu kontrollierende Gerät und das Vergleichsgerät entsprechend Pkt. 6.3.5 zu kalibrieren.
Die Messungen erfolgen nacheinander mit allen zum Gerät gehörenden Ionisationskammern. Dazu wird jeweils zuerst die Dosis D_1 mit dem Vergleichsgerät und danach die Dosis D_2 mit dem zu kontrollierenden Gerät gemessen (siehe Pkt. 7.3). Danach ist das Verhältnis

$$F = \frac{D_1}{D_2}$$

zu bilden.
Bei der Messung der Dosis ist folgendes zu beachten:

- Die Detektoren des Vergleichsgerätes und des zu kontrollierenden Gerätes sind jeweils an gleicher Stelle zu positionieren.
  - Das effektive Kammervolumen muß sich im Zentrum der Röntgenstrahlung befinden.
  - Die Bestrahlung erfolgt senkrecht zur Kammerachse.
  - Die Markierung an den Ionisationskammern muß in Richtung Röntgenröhre zeigen.
  - Zwischen Strahlenaustrittsfenster der Röntgenröhre und dem Mittelpunkt des effektiven Kammervolumens ist der Abstand a zu wählen.

---

1) Vorrichtung, die die Röntgenanlage nach Auflaufen einer einstellbaren Dosis abschaltet.

2) für die Weichstrahlkammer 70 127: 30 kV, 0,5 mm Al + 1 mm Be

- Am Klinischen Dosimeter geforderten Meßbereich einstellen und bei eingeschalteter Röntgenanlage Dosisleistung DL ablesen.
- Röntgenanlage ausschalten.
  Am Klinischen Dosimeter Betriebszustand START einstellen und Röntgenanlage einschalten.
- Wenn Röntgenanlage durch Monitor ausgeschaltet wurde, am Klinischen Dosimeter Betriebszustand STOP einstellen.
- Meßwert der Dosis ablesen.
- Verhältnis F (F1 bzw. F2) ermitteln und entsprechend Tabelle 2 kontrollieren.

Tabelle 2 Angaben zur Empfindlichkeitskontrolle

Typ	a/mm	MESS-BEREICH	DL/$\frac{mGy}{min}$	F1	F2
70 107	400	3	230 bis 480	0,90 bis 1,10	0,94 bis 1,06
70 108	400	3	230 bis 480	0,90 bis 1,10	0,94 bis 1,06
70 109	400	3	230 bis 480	0,90 bis 1,10	0,94 bis 1,06
70 110	720	3	75 bis 155	0,92 bis 1,08	0,95 bis 1,05
70 111	2000	2	8,5 bis 18,0	0,80 bis 1,20	0,95 bis 1,05
70 127	400	2	140 bis 250	0,85 bis 1,15	0,94 bis 1,06

F1 = Sollwert für ungeeichtes Gerät
F2 = Sollwert für geeichtes Gerät

7.5. Eichung des Gerätes

Die Eichung des Gerätes erfolgt, falls erforderlich, im Abstand von 3 Jahren.
Im Ausland ist der zeitliche Abstand entsprechend den gültigen Vorschriften zu wählen.
Die Eichung wird durch die jeweils zuständigen staatlichen Einrichtungen (z. B. ASMW) durchgeführt.

8. Mechanischer Aufbau

Der Aufbau des ANZEIGETEILS (2) des KLINISCHEN DOSIMETERS M 2300 gestattet einen leichten Zugang zum Inneren des Gerätes, was für die Reparatur von großem Vorteil ist. Die Montageplatte ist über Steckverbinder mit dem übrigen Gerät verbunden.

Achtung! Geeichte Geräte sind plombiert und dürfen nur beim Eichen bzw. bei der Reparatur in Service-Werkstätten geöffnet werden.

Vor allen Eingriffen ist das Gerät vorher durch Ziehen des Netzsteckers vom Netz zu trennen.
Nach dem Lösen der Schrauben (siehe Bild 4), Pos. (53), lassen sich die Profilschienen (54), das Deck- und Bodenblech sowie die Rückwand entfernen.
Nach dem Lösen der Sicherungsschiene (Bild 9), Pos. (92), lassen sich die Leiterplatten nach hinten herausziehen.
Die Leiterplatten ANZEIGE, TF, sowie die Montageplatte mit den Schaltern sind jeweils über Steckverbinder mit dem ANZEIGETEIL verbunden. Soll die Montageplatte abgenommen werden, sind alle Schalterknöpfe und die vier Frontplattenschrauben (Bild 3), Pos. (52), zu entfernen. Danach lassen sich die unter der Frontplatte befindlichen Befestigungsschrauben der Montageplatte lösen.

Die SONDE (1) läßt sich nach dem Lösen der Schrauben (Bild 5), Pos. 55, öffnen.
Nach dem Lösen der Schrauben aus den Bolzen (Bild 11), Pos. (58), und dem Entfernen des Abschirmbleches und der Kunststoffkappe sind die im Thermostaten (95) befindlichen Bauelemente zugängig.

9. Elektrische Schaltung

9.1. Allgemeines

Die Funktion und Wirkungsweise des Gerätes ist im Abschnitt 4 beschrieben. Im nachfolgenden Teil werden Funktion und Wirkungsweise der Sonde, des Mikrorechners K 1520 und der Leiterplatten im einzelnen erläutert.
Die Lage der Leiterplatten und der Einsteller kann für das AN-

ZEIGETEIL dem Bild 9 "Innenansicht von hinten" und dem Bild 10 "Innenansicht von oben" entnommen werden.
Im Bild 11 ist die Lage der Leiterplatte und des Thermostaten für die SONDE dargestellt.
Erläuterung der Bezeichnungssystematik:
Die Baueinheiten und Anschlüsse sind entsprechend TGL 16082/01 + 02 bezeichnet. Zur besseren Verständlichkeit wird am folgenden Beispiel der allgemeine Aufbau erklärt.

Beispiel: Die Kurzbezeichnung "+A5-A12:3" enthält folgende Aussagen:

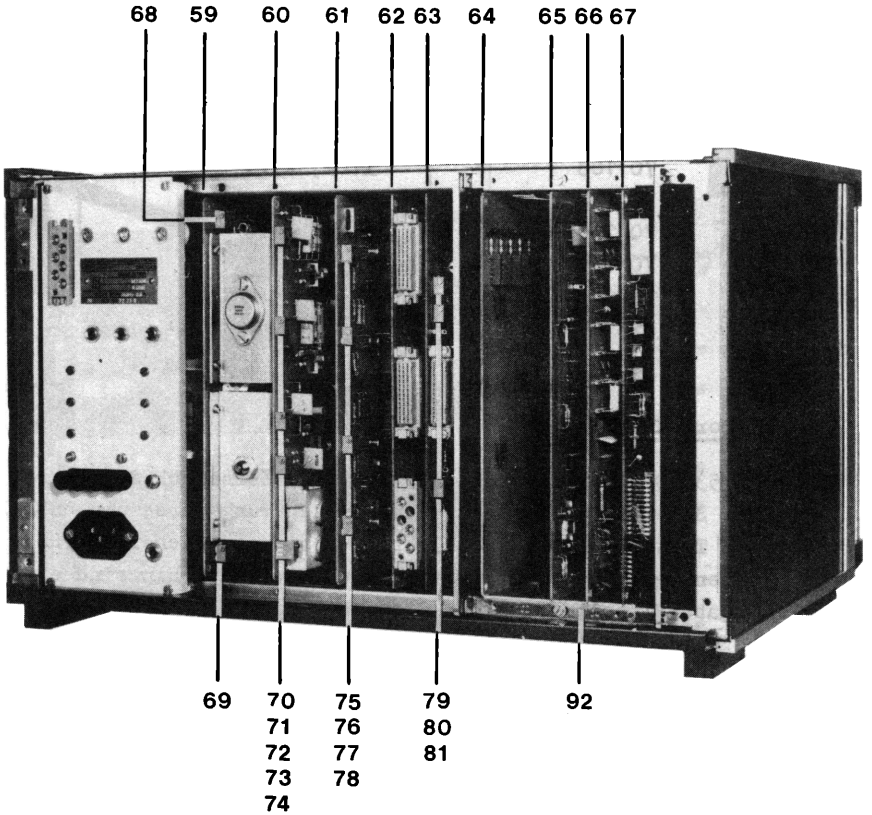
+A5 Leiterplatte ANALOGTEIL 534 995.4
-A12 Flip-Flop des Schaltkreises D100
:3 Anschluß 3
Das führende Zuordnungszeichen (+) kann entfallen.

9.2. SONDE 535 000.7

Das Prinzipschaltbild des Elektrometerverstärkers zeigt Bild 12. In ihm wird der vom Detektor erzeugte Ionisationsstrom I_e in eine Gleichspannung U_A umgesetzt. Dem Operationsverstärker A1-A2 ist zur Realisierung eines großen Eingangswiderstandes der Feldeffekttransistor A1-A1 (SMY 60) vorgeschaltet. Mit dem Relais A1-K2 erfolgt die Umschaltung des Eingangswiderstandes R_e, mit dem Relais A1-K3 wird durch Veränderung des Widerstandswertes von A1-R2 die Verstärkung umgeschaltet. In der Stellung NULL des Schalters S1 MESSBEREICH (18) am ANZEIGETEIL sowie beim Ansprechen des Überlastschutzes erfolgt ein Kurzschließen des Eingangswiderstandes R_e durch das Relais A1-K1.
Die Regelspannung für den Abgleich des Nullpunktes wird über den Anschluß X2:8A zugeführt. Die Transistoren A1-V10 und A1-V11 sind als Differenzverstärker geschaltet. Sie liefern über A1-V12 die Regelspannung für den Thermostaten. Die Heizung erfolgt durch die Transistoren A1-V13 und A1-V14. Während der Einlaufpause ist der Transistor A1-V15 leitend. Er bewirkt, daß am Ausgang A1-A2:10 des Operationsverstärkers eine konstante Ausgangsspannung $U_A > 12$ V anliegt. Entsprechend dem angeschlossenen Detektor sind die Anschlüsse A1-X1:2 bis A1-X1:4 wie folgt mit Masse verbunden:

Bild 9
KLINISCHES DOSIMETER M 2300
ANZEIGETEIL Innenansicht von hinten
Position der Baueinheiten

59 Leiterplatte STV (534 930.2)
60 Leiterplatte STV (534 970.4)
61 Leiterplatte STV (534 974.5)
62 Leiterplatte STEUERUNG II (534 985.8)
63 Leiterplatte ANALOGTEIL (534 995.4)
64 Leiterplatte NETZWERK (534 942.3)
65 Leiterplatte STEUERUNG I (534 989.0)
66 Leiterplatte PFS (535 045.8)
67 Leiterplatte ZRE (535 062.6)
68 Einsteller R38 (5P4)
69 Einsteller R37 (5P1)
70 Einsteller R51 (5P2)
71 Einsteller R50 (15P3)
72 Einsteller R49 (5N1)
73 Einsteller R48 (12P1)
74 Einsteller R58 (Begrenz. 12P1)
75 Einsteller R27 (15N2)
76 Einsteller R26 (15P2)
77 Einsteller R24 (15P1)
78 Einsteller R25 (15N1)
79 Einsteller R42 (Empfindlichkeit)
80 Einsteller R38 (Nulldurchgang)
81 Einsteller R79 (Fangbereich)
92 Sicherungsschiene



M 2300

Bild 9
Рис.9
Fig. 9

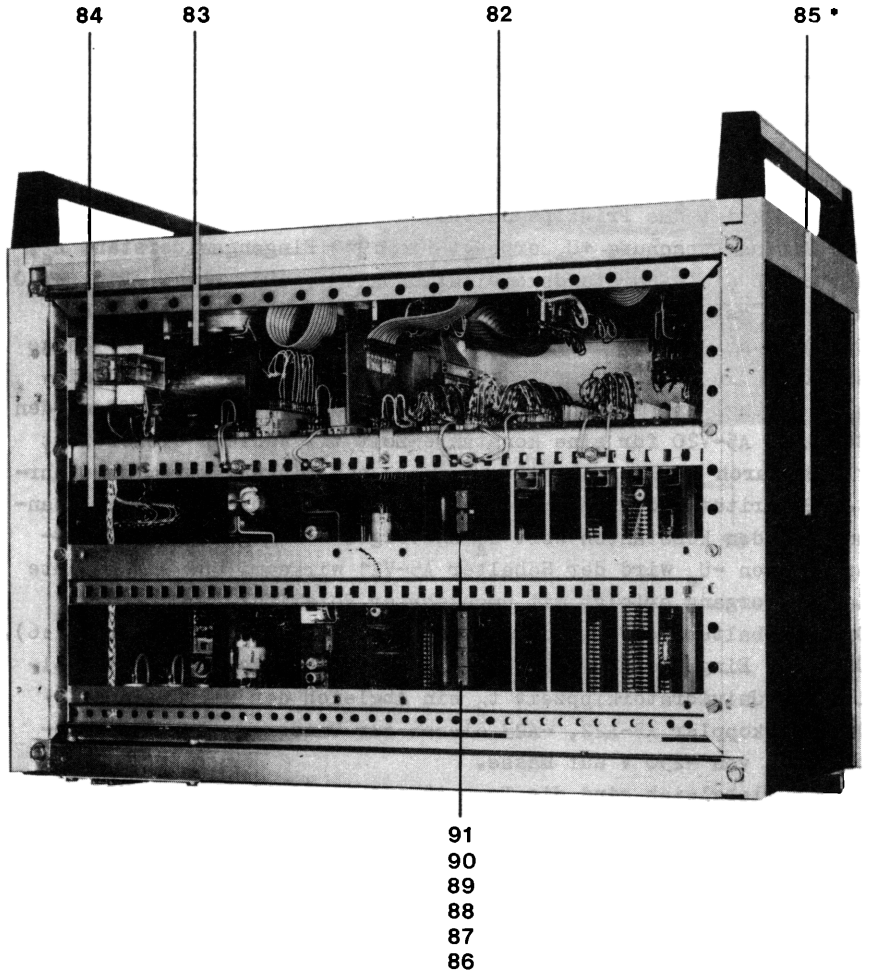
Detektor	an Masse liegende Anschlüsse
70 107	X1:3
70 108	X1:2, X1:3
70 109	X1:4,
70 110	X1:3, X1:4
70 111	X1:2
70 127	X1:2, X1:4
RES	-

9.3. Mikrorechner

Die ZRE 535 062.6 (Baugruppe A10) ist das Kernstück des Mikrorechners. Sie führt die gesamte Systemsteuerung durch und enthält neben dem Taktgenerator einen 3-kbyte-Festwertspeicher (E-PROM) sowie einen 1-kbyte-Operativspeicher (RAM). Weiterhin sind eine Ein-/Ausgabe-Einheit (PIO) zur Steuerung der Tastatur und der Lampenanzeige sowie die Zeitgeber (CTC) für die Interruptsteuerung vorhanden. Die Baugruppe A9 (PFS 535 045.8) enthält einen 16-kbyte-Festwertspeicher (E-PROM). Eine weitere zum Mikrorechner gehörende Ein-/Ausgabe-Einheit sowie der Zähler befinden sich auf der Leiterplatte STEUERUNG I 534 989.0 (Baugruppe A8).

Bild 10
KLINISCHES DOSIMETER M 2300
ANZEIGETEIL - Innenansicht von oben
Position der Baueinheiten

82 Leiterplatte AN (534 950.3)
83 Leiterplatte TF (534 955.2)
84 Platte (534 946.4)
85 Einsteller R1 (Instrument)
86 Einsteller R3 (MB2)
87 Einsteller R6 (MB4)
88 Einsteller R2 (MB1)
89 Einsteller R1 (MB3)
90 Einsteller R4 (70 107)
91 Einsteller R5 (70 111)



M 2300

*) verdeckt / Деталь скрыта / concealed

Bild 10
Рис. 10
Fig. 10

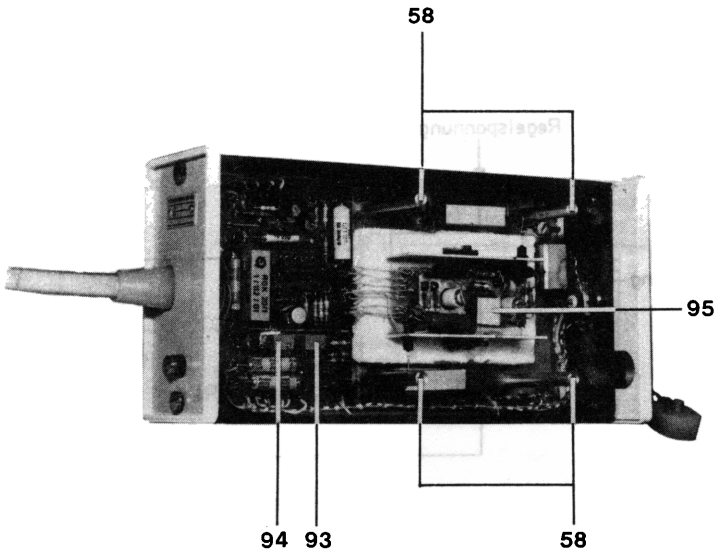
9.4. ANALOGTEIL 534 995.4 (Baugruppe A5)

Das ANALOGTEIL enthält den Spannungs-Frequenz-Wandler. Dieser setzt die vom Elektrometerverstärker kommende Gleichspannung in Impulse um, deren Frequenz proportional der Gleichspannung ist. Bild 13 zeigt das Prinzipschaltbild.
Die Eingangsspannung $+U_e$ erzeugt durch den Eingangswiderstand R_e, der durch die Widerstandskombination A5-R4, -R5, -R11, -R19, -R10 und -R23 gebildet wird, einen Strom. Dieser bewirkt, daß die Spannung am Ausgang des Integrators während der Zeit t_1 so lange abfällt, bis der Trigger I A5-V23 anspricht, einen Ausgangsimpuls erzeugt und den Univibrator A5-A3 auslöst. Dieser öffnet den Schalter A5-V20 für eine konstante Zeit t_2. Während dieser Zeit fließt durch den Eingangswiderstand R_e ein Eingangsstrom umgekehrter Polarität, wodurch am Ausgang des Integrators A5-A2 die Spannung um den konstanten Wert U_A ansteigt. Für negative Eingangsspannungen $-U_e$ wird der Schalter A5-V21 wirksam, und der gesamte Ladungsvorgang erfolgt mit umgekehrter Polarität.
Die Umschaltung erfolgt durch das Flip-Flop A5-A12 (-12:3, -12:6). Über die Eingänge A5-X2:23C bis A5-X2:21A erfolgt durch Einstellen der Univibratorkippzeit t_2 ein Abgleich der Meßbereiche.
Die Optokoppler A5-A22, -A23 dienen zur Umsetzung des Bezugspotentials von -250 V auf Masse.
Beim Nullabgleich sind die Tore A5-A14:6 und A5-A14:8 geöffnet, und der Vor-/Rückwärts-Zähler A5-A7 bis A5-A9 erhält die Ausgangsimpulse des Spannungs-Frequenz-Wandlers. Die Binärausgänge des Vor-/Rückwärtszählers sind auf den Digital-Analog-Umsetzer

---

Bild 11
KLINISCHES DOSIMETER M 2300
SONDE - Innenansicht
Position der Baueinheiten

58 Bolzen
93 Einsteller R6 (Arbeitspunkt)
94 Einsteller R16 (Temperatur)
95 Thermostat



M 2300

Bild 11
Рис.11
Fig. 11

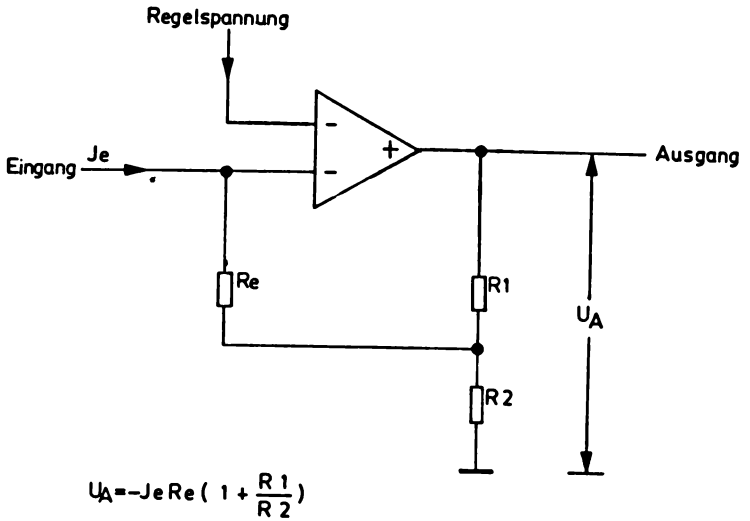


Bild 12 Elektrometerverstärker
Prinzipschaltbild

A5-A10 geführt. Die Ausgangsspannung des Umsetzers dient als Regelspannung für den Elektrometerverstärker. Ist während des Nullabgleichs die Ausgangsspannung des Elektrometerverstärkers positiv, zählt der Vor-/Rückwärts-Zähler rückwärts. Die Ausgangsspannung des Digital-Analog-Umsetzers wird immer negativ, dadurch verringert sich die Ausgangsspannung des Elektrometerverstärkers und damit auch die Frequenz des Spannungs-Frequenz-Wandlers. Der Vorgang wird beendet, wenn die Frequenz < 5 Hz ist, und die Tore A5-A14:6 und A5-A14:8 vom Mikrorechner wieder gesperrt werden. Das Schalten des Relais A1-K1 (Nullrelais) in der SONDE erfolgt über A5-V27 in der Stellung NULL des Schalters S1, MESSBEREICH,(18) während der Einlaufpause und beim Ansprechen

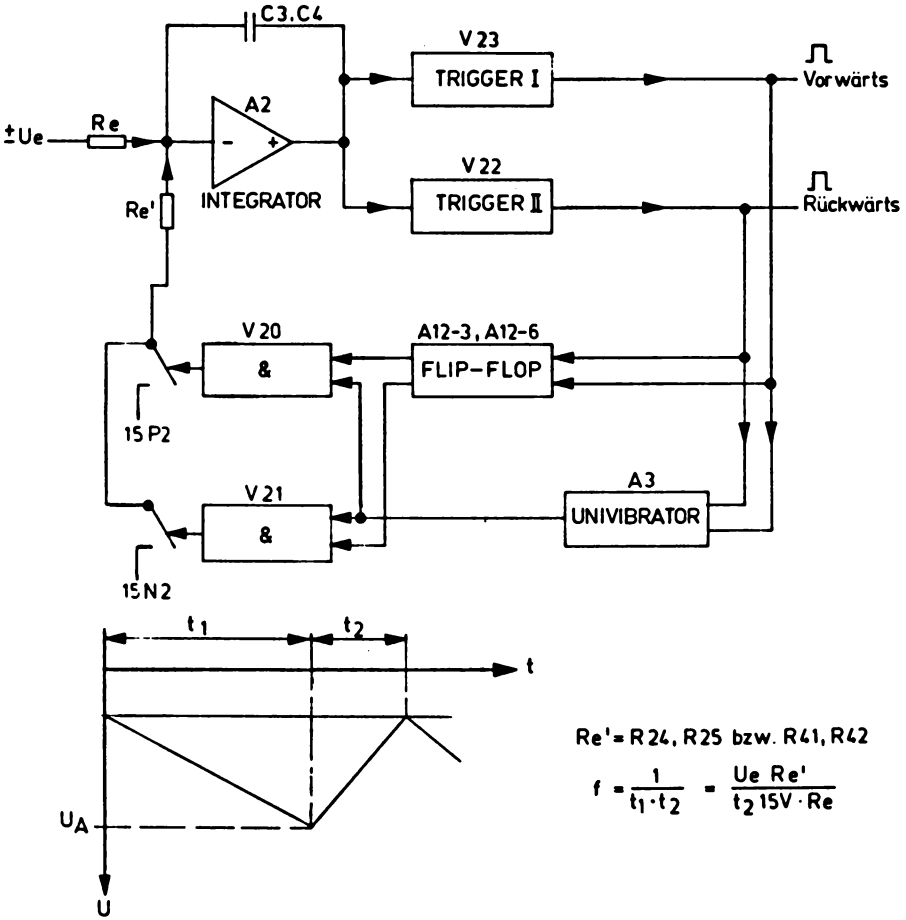


Bild 13 Spannungs-Frequenz-Wandler
Prinzipschaltbild

des Überlastungsschutzes. In diesem Fall kippt der Univibrator A5-A11:3, -A11:6 periodisch, wobei beim Zurückkippen des Univibrators in die Ruhelage das Relais A1-K1 durch die Wirkung des Integrationsgliedes A5-R58, A5-C11 angezogen bleibt.

9.5. STEUERUNG I 534 989.0 (Baugruppe A8)

Die bidirektionalen Bustreiber A8-A20 und A8-A21 vermitteln den Datenaustausch zwischen dem Datenbus der ZRE (Baugruppe A10) und der Parallel-Eingabe-/Ausgabeeinheit A8-A2 (PIO) und dem Zähler-Zeitgeber-Baustein A8-A1 (CTC). Der CTC-Baustein A8-A1 verarbeitet die Ausgangsimpulse des Spannungs-Frequenz-Wandlers. Die in Reihe geschalteten Kanäle 0 und 1 liefern den positiven Meßwert, die Kanäle 2 und 3 den negativen Meßwert. Der Baustein A8-A2 (PIO) dient zur Multiplexabfrage der Stufenschalter. Über B0 bis B6 der PIO wird jeweils einer der Schalter aktiviert. Die Stellung dieses Schalters ist aus den Signalen an A0 bis A3 der PIO erkennbar. Der Dekoder A8-A19 bewirkt die Auswahl eines bestimmten Schaltkreises (PIO, CTC bzw. Register) entsprechend der gewählten Portadresse. Der Generator A8-V10, A8-A5:11, A8-A5:8 erzeugt die Taktfrequenz für die Multiplexanzeige. Der Zähler A8-A17 liefert dabei die Steuersignale für die Auswahl der Anzeigestellen an die Ausgänge A8-X2:5C (SP0), A8-X2:6A (SP1) und A8-X2:6C (SP2). Die Flip-Flop-Stufe A8-A10:6, A8-A10:12 dient zur Speicherung von Druckbefehlen.

9.6. STEUERUNG II 534 985.8 (Baugruppe A4)

Die Register A4-A1 bis A4-A6 liefern die Informationssignale für den anschließbaren Ergebnisdrucker. Die Register A4-A6 und A6-A7 steuern den Digital-Analog-Wandler A4-A8, der die Gleichspannung für den Signalausgang X4:1, ANALOG (32) und die Analoganzeige P1 (9) erzeugt. Die Operativspeicher A4-A9 und A4-A10 speichern den achtstelligen Meßwert. Die 8 Datenausgänge sind entsprechend den 7 Segmenten und dem Dezimalpunkt der Anzeigeelemente zugeordnet. Die Dateneingabe erfolgt durch einen positiven Impuls an A4-A9:3 und an A4-A10:3 (Anschluß W). Die Signale an den Anschlüssen A0 bis A2 der Speicherbausteine A4-A9 und -A10 (siehe auch STEUERUNG I) bewirken die Datenausgabe für die 8 Anzeigestellen.

Gleichzeitig wird jeweils eine der 8 Stellen durch den Dekoder A4-A11 aktiviert. Die Schaltstufen A4-V8 bis A4-V11 dienen zur Übertragung der Steuersignale und zur Unterdrückung von Störimpulsen. Über die Flip-Flop-Stufe A4-A13:6, -A13:8 und die Transistoren A4-V12, A4-V14 erfolgt die Ansteuerung des Vorwahlrelais K1.

9.7. Anzeige AN 534 950.3 (Baugruppe A2)

Durch entsprechende Ansteuerung der Transistoren A2-V1 bis A2-V16 erhält jeweils nur ein Anzeigeelement A2-A1 bis A2-A4 (alles VQE 24) der Multiplexanzeige kurzzeitig die Anodenspannung zugeführt. Gleichzeitig liegen Steuersignale, die dem jeweiligen Anzeigewert zugeordnet sind, an den betreffenden Katoden (A bis G und DP). Die dem Anzeigewert entsprechenden Steuersignale werden in den Schaltstufen A2-A8 bis A2-A11 gebildet. Die Auswahl der angezeigten Maßeinheit erfolgt über die Gatter A2-A12, A2-A13. Die zugehörigen LED A2-V17 bis A2-V19 werden durch die Treiberstufen A2-A7 angesteuert.

9.8. Tastenfeld TF 534 955.2 (Baugruppe A1)

Die numerischen Tasten A1-S3 bis A1-S14 (12) werden über den Dekoder A1-A7 abgefragt. Ist eine der Tasten gedrückt, so erhält der Eingang A4 der Ein-/Ausgabe-Einheit (PIO) auf der ZRE-Leiterplatte über den Anschluß A10-X1:8A (RÜCKFÜHRUNG) die Information L (Low). Zusätzlich zu den numerischen Tasten werden die Funktionstasten SPE, A1-S15, und ZYK, A1-S18, angesteuert. Die Flip-Flop-Stufe A1-A3:8, A1-A3:12 dient zur Einstellung der Betriebszustände START und STOP.

9.9. NETZWERK 534 942.3 (Baugruppe A6)

Über die Eingänge des NETZWERKES sind die Anschlüsse aller Stufenschalter parallelgeschaltet; wirksam ist dabei jeweils nur der Schalter, an dessen Schleifer eine positive Steuerspannung liegt (siehe auch Abschnitt 9.5).
Die Kollektoren der Transistoren A6-V12 bis A6-V21 sind mit der STEUERUNG I verbunden.

9.10. Stromversorgung STV 534 930.2, 534 970.4 und 534 974.5

Die Stromversorgungen STV erzeugen die für die elektrische Schaltung des Gerätes benötigten Speisespannungen und die Arbeitsspannung für den Detektor.
Die Speisespannungen 24P1, 15N1, 15P1, 12P1, 5P4, 5P1 und 5N1 haben die Masse als Bezugspotential.
Für die Speisespannungen 15N2, 15P3, 15P2 und 5P2 ist die Arbeitsspannung 250N der Detektoren (-250 V) Bezugspotential. Die Spannungen 5P1, 5P2, 5P4, 5N1, 12P1 und 15P3 werden durch Schaltnetzteile erzeugt: Ein selbstschwingender Transverter dient zur Erzeugung der Spannung 250N. Zur Erzeugung der übrigen Speisespannungen werden normale Regelnetzteile eingesetzt.
Die Funktion der Schaltnetzteile wird an der Stromversorgung STV 534 930.2 bei Bildung von 5P1 kurz erläutert.
Der Transistor A1-V2 wird mit einer Frequenz von etwa 20 kHz periodisch ein- und ausgeschaltet. Im Ein-Zustand wird in der Drossel A1-L5 und im Kondensator A1-C21 Energie gespeichert. Die Freilaufdiode A1-V6 ist gesperrt. Im Aus-Zustand wird diese Diode leitend, und die gespeicherte Energie kann über den wirksamen Lastwiderstand (Verbraucher von 5P1) entnommen werden. Das Verhältnis von Ein- und Aus-Zustand bestimmt die Größe der Ausgangsspannung. Die Ausgangsspannung wird durch die Änderung des Tastverhältnisses stabilisiert. Dazu wird ein Teil der Ausgangsspannung an A1-R37 abgegriffen und in bekannter Weise mit einer Referenzspannung verglichen. Die Drossel A1-L7 und die Kondensatoren A1-C22 und A1-C25 dienen zur Glättung der Ausgangsspannung. Der Thyristor A1-A5:V1 verhindert ein Ansteigen der Ausgangsspannung auf einen Wert größer als 5,5 V. Die Widerstände A1-R18, A1-R20 und A1-R24 bis A1-R31 begrenzen den maximalen Ausgangsstrom.

10. Wartung und Reparaturhinweise

10.1. Wartung

Das KLINISCHE DOSIMETER M 2300 arbeitet völlig wartungsfrei. Es ist lediglich erforderlich, entsprechend dem Einsatzgebiet die verwendeten Ionisationskammern zu säubern bzw. bei den Kammern des Typs 70 107, 70 108 und 70 109 den Schlauch zu wechseln.

Die Hinweise in den betreffenden Bedienungsanleitungen der Ionisationskammern sind dabei unbedingt zu beachten.

10.2. Reparaturhinweise

Das KLINISCHE DOSIMETER M 2300 ist mit hochwertigen Bauelementen bestückt. Das Gerät wurde beim Hersteller einer Dauerprüfung unterzogen. Dadurch ist die Ausfallrate sehr niedrig.
Falls trotzdem einmal die Funktion des Gerätes nicht voll gewährleistet ist, so ist keinesfalls selbst ein Eingriff vorzunehmen, sondern das Gerät ist dem Kundendienst des VEB Robotron-Meßelektronik "Otto Schön" Dresden zu übergeben. Kunden im Ausland wenden sich an die Vertragswerkstatt in ihrem Land.

Zulässig ist für den Anwender lediglich das Auswechseln der in den Funktionstasten (10) befindlichen Lampen und der Sicherungen (28) bis (30).
Zum Auswechseln der Lampen ist die Kappe von der Taste abzuziehen. Danach wird der zum Ersatzteilsatz gehörende Isolierschlauch auf die Lampe geschoben. Danach kann diese mit dem Isolierschlauch aus der Fassung gezogen werden.

11. Lagerungsvorschriften (siehe Seite 15)

Bei der Langzeitlagerung sind für unverpackte Geräte folgende Bedingungen einzuhalten:

Lufttemperatur	+15 bis +35 °C
relative Luftfeuchte	35 bis 65 %
partieller Wasserdampfdruck	≦ 2 kPa

Bei der Kurzzeitlagerung von maximal 6 Monaten gilt für verpackte Geräte:

Luftemperatur	-25 bis +55 °C
relative Luftfeuchte	≦ 95 %
partieller Wasserdampfdruck	≦ 2,6 kPa

Während der Lagerung sind die Steckverbinder der SONDE, der KONTROLLEINHEIT sowie der Detektoren durch die zugehörigen Schutzkappen zu sichern.

12. Transport

Die klimatischen Bedingungen für den Transport entsprechen denen der Kurzzeitlagerung.
Elektronische Geräte sind hochempfindliche Erzeugnisse; deshalb sind beim Transport, beim Umschlag und bei der Lagerung folgende Grundsätze zu beachten:

- Bis zum Einsatzort das Gerät nur in Verpackung transportieren und lagern.
- Grobe Stöße und starke Erschütterungen sind zu vermeiden.
- Das Gerät ist vor Feuchtigkeit und Staub zu schützen.
- Starke Temperaturstürze sind zu vermeiden.

Die Kontrollstrahler stellen radioaktive Stoffe mittlerer Aktivität gemäß der Anordnung über den Transport radioaktiver Stoffe Paragr. 4.8 des GBL. der DDR, Sonderdruck 953 vom 31.7.1978, dar.
Die Kontrollstrahler werden in speziellen Verpackungen geliefert, die gut aufzubewahren sind.
Für den Transport sind die Kontrollstrahler wieder darin ordnungsgemäß zu verpacken.

Zur Beachtung: Diese Verpackung ist nicht für den Postversand zugelassen.

VEB ROBOTRON-MESSELEKTRONIK>OTTO SCHÖN<DRESDEN

Transportdokument

für _____

Radioaktiver Stoff gemäß Paragraph 4, Ziffer 3, der Anordnung über den Transport radioaktiver Stoffe. Das Versandstück entspricht den Vorschriften dieser Anordnung.

Nuklid: .....

Umschlossene Strahlungsquelle

Aktivität: .....
Art der Verpackung: .....
Strahlungskategorie: .....
Genehmigungszeichen: .....
Fabr.-Nr.: 8/83

Jt 2570/736/83 III/9/319

VEB ROBOTRON-MESSELEKTRONIK >OTTO SCHÖN< DRESDEN

P r ü f s c h e i n

Kalibrierwert für das
KLINISCHE DOSIMETER M 2300
(bezogen auf das Prüfdatum)

Gerät Nr. .....

Kugelkammer 70 110[x)] Nr. .....

mit Kontrollstrahler
533 650.7[x)] Nr. .....

Strahlungsquelle
^{90}Sr ^{90}Y Typ QB Nr. .....

- Aktivität .....MBq

- Meßdatum der Quelle .....

Der Kalibrierwert beträgt .....mGy/min
in Stellung 70 110 des Schalters DETEKTOR.

Prüfdatum ....
Prüfer

[x)] Sach-Nr. 533 901.1

III-4-9-H.243-0,3 Jt 1039-84